

ŽVILGSNIS Į PASAULĮ



EVOLIUCIJA

Pažintis su gyvų organizmų pasauliu
ir atradimais, kurie paaiškina
gyvybės Žemėje begalinę įvairovę



LINDA GAMLIN



ŽVILGSNIS  Į PASAULĮ

EVOLIUCIJA





Hominido *Homo erectus*
kaukolė



Sraigės ištiestais čiupikliais

Uoliena, turinti kelių
rūšių trilobitų
suakmenėjusių
liekanų



Ančiasnapis



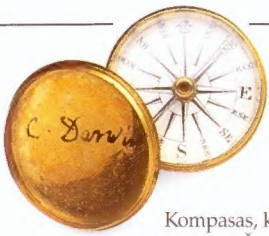
Į žinduolį panašaus roplio
Procynosuchus iškastiniai
griaučiai



Dabartinio žmogaus kaukolė

Uoliena, susidedanti
iš milijonų jūrinių
kriauklių





Kompasas, kuriuo
naudojosi Čarlsas
Darvinas *Beagle* laive

ŽVILGSNIS  Į PASAULĮ



Drugio sparnas iš Čarlso
Darvino kolekcijos

EVOLIUCIJA

Tekstą parašė
LINDA GAMLIN



Varlytės



Pietų Amerikos drugys
Agrias claudina



A DORLING KINDERSLEY BOOK



Bitinis ofris



A DORLING KINDERSLEY BOOK

www.dk.com

Versta iš: DK Eyewitness Guides, EVOLUTION
Dorling Kindersley, London, 1993

PASTABA TĖVAMS IR MOKYTOJAMS

Žvilgsnis į pasaulį serijos leidiniai skatina vaikus stebėti juos supantį pasaulį bei apie jį klausinėti. Jis padės šeimos nariams atsakyti į klausimus apie įvairiausius reiškinius – nuo kasdienių, vykstančių namuose, iki kosmoso paslapčių. Šiose knygose pasiskaityt apie įvairius dalykus tėvai gali paskatinti vaikus kasdien skaityti ir daug sužinoti. Knygos yra naudingas šaltinis ir mokykloms. Mokytojams jos ypač pravers aiškinant įvairias daugelio sričių temas. Be to, jie galės panaudoti jose aprašytus eksperimentus mokyklinei veiklai bei projektams skatinti. **Žvilgsnis į pasaulį** serijos leidiniai naudingi ir kaip žinynai, suteikiantys daugybę informacijos apie mus supantį pasaulį.

Arklį kojos
delnakauliai ir
pirštakauliai



Vyriausioji redaktorė Josephine Buchanan

Vyriausiasis meninis redaktorius Thomas Keenes

Fotografijų konsultantės Deborah Pownall, Catherine O'Rourke

Specialioji fotografija Andy Crawford, Neil Fletcher, Steve

Gorton, Dave King, Harry Taylor

Iš anglų kalbos vertė AUDRONĖ TUPIKINA

Redagavo DANUTĖ RIMŠIENĖ

Kompiuteriu maketavo LIGITA PLEŠANOVA

Copyright © 1993 Dorling Kindersley Limited

© Leidimas lietuvių kalba, leidykla „Alma littera“, 2001

SL 412. Išleido leidykla „Alma littera“,

A. Juozapavičiaus g. 6/2, 2005, Vilnius

Interneto svetainė www.almali.lt

Spausdinta Slovakijoje

ISBN 9986-02-996-1

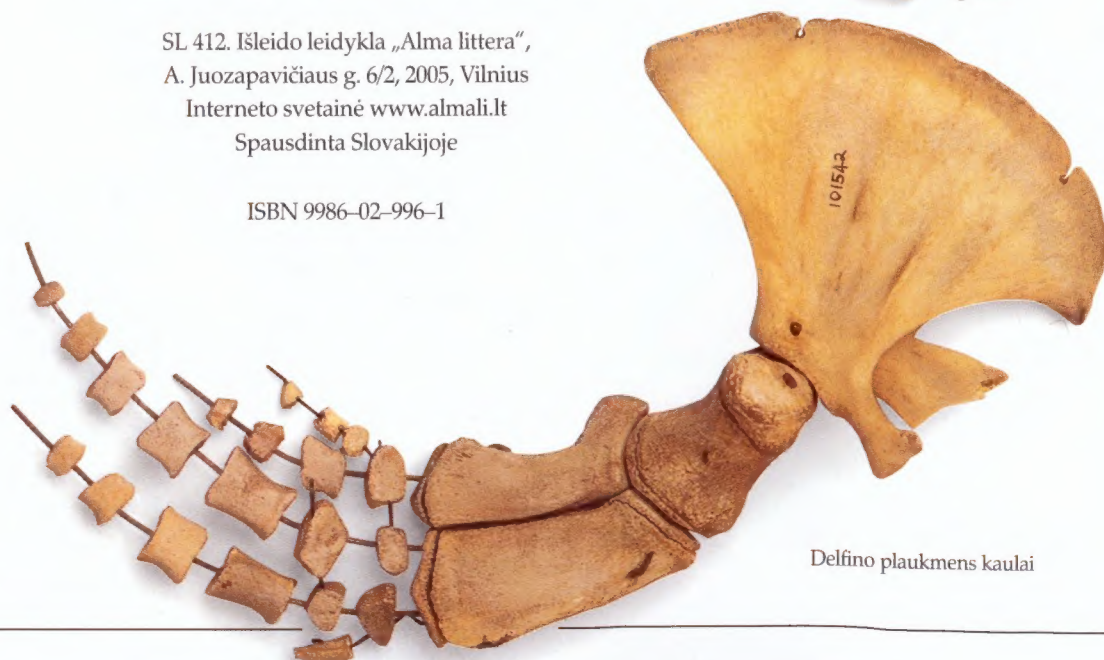


XIX amžiaus
mikroskopas



Vabalai

Šarvuočio
priekinė
galūnė



Delfino plaukmens kaulai

Turiny

6
Mitai apie pasaulio sukūrimą
8
Fosilijos ir prasimanymai
10
Tvano aukos
12
Žanas Baptistas de Lamarkas
14
Išnykę gyvūnai
16
Katastrofų virtinė
18
Dinozaurų karštligė
20
Čarlsas Darvinas
22
Gyvieji įrodymai
24
Gyvūnų ir augalų pasiskirstymas
26
Iškastiniai įrodymai
28
Žemės amžius
30
Dirbtinė atranka
32
Kintamumas ir paveldimumas
34
Kova dėl būvio
36
Gamtinė atranka
38
Prisitaikymo aiškinimai



40
Kaip atsiranda naujos rūšys
42
Gyvosios pereinamosios formos
44
Iškastinės pereinamosios for-
mos
46
Šuoliai ir pertrūkiai
48
Laiptai ir šakos
50
Gregoras Mendelis
52
DNR mįslės įminimas
54
Molekuliniai įrodymai
56
Gyvybės kilmė
58
Mokslas ir tikėjimas
60
Gyvybės istorija
62
Iki mūsų dienų
64
Rodyklė



PAČIOJE PRADŽIOJE

Šiose XVI amžiaus iliustracijose pavaizduotas Biblijos pasakojimas apie pasaulio sutvėrimą, kuriuo tiki žydai ir krikščionys. Yra dvi mito versijos, kurios abi išdėstytos pirmojoje Biblijos knygoje, kuri vadinama *Būties knyga*. Pirmojoje versijoje, kuri čia pavaizduota, vyras ir moteris sukuriami tuo pačiu metu šeštąją tvėrimo dieną. Antrojoje mito versijoje Dievas anksčiau už visas kitas gyvas būtybes sutveria Adomą, pirmąjį žmogų. Po to jis pasodina rojus sodą ir sukuria visus gyvūnus, o pabaigoje sutveria levą, pirmąją moterį.

Mitai apie pasaulio sukūrimą

Iš kur atsirado žmogus? Kaip prasidėjo pasaulis? Iš kur ėmėsi augalai ir gyvūnai? Šie klausimai žmonėms rūpėjo tūkstančius metų. Įvairiausių atsakymų į juos randame tradiciniuose mituose. Vienuose iš jų kalbama apie vieną Dievą, kuris sutvėrė pasaulį ir viską jame, įskaitant žmogų. Kituose pasakojimuose yra daug dievų, kurių kiekvienas sukūrė skirtingus dalykus, o po to kovojo dėl teisės valdyti pasaulį. Tačiau ne visuose mituose pasaulis apibūdinamas kaip buvęs sukurtas. Kai kuriuose teigiama, kad pasaulis radosi iš nieko arba iš chaoso, be jokio kūrėjo. Pagal budistų tikėjimą, nebuvo jokios pradžios: Visatos raida susijusi su begaliniu būties ir nebūties ciklu. Visi pasakojimai yra labai skirtingi, tačiau neretai juose bandoma paaiškinti tam tikri dalykai apie gyvybę. Vienuose aiškinama, kodėl žmonės suserga ir miršta, arba kodėl esti diena ir naktis. Juose taip pat kartais aiškinami ir antraeiliai dalykai, pavyzdžiui, kodėl gyvatės neturi kojų. Tačiau dar svarbiau yra tas, kad šiuose mituose dažnai nurodomos normos arba gairės, kurių žmonės turėtų laikytis savo gyvenime. Juose kartais sakoma, kaip turėtų elgtis vyrai ir moterys arba kaip žmogus turėtų elgtis su gyvūnais ir augalais. Daugelio religijos tyrinėtojų nuomone, tai ne Žemės atsiradimo istorija, o vertingi pamokymai žmonėms.



PASAULIO KŪRĖJAI

Japonų mite apie pasaulio sutvėrimą pasakojama, kad iš pradžių buvo aštuoni dievai. Kai du jauniausieji, Idzanagis ir Idzanamis, panardino į vandenyną dieviškąją ietį ir ją ištraukė, iš krintančių vandens lašų susidarė sala. Jie ten apsigyveno ir Idzanamis sukūrė visas Japonijos salas.



Kiaušinis

IŠSIRITĖ IŠ KIAUŠINIO

Šis kiaušinių laikinės dievybės su paukščio galva raižinys yra iš Ramiojo vandenyno Velykų salos. Šių salų mituose teigiama, kad pirmieji žmonės išsiritę iš kiaušinių, kuriuos padėjo paukščiai. Kitose Ramiojo vandenyno salose sakoma, kad žmonės išsiritę iš vėžlio kiaušinių arba atsirado iš akmens.





Už Tangaroa kūno kabinasi žmonės

ŽMONIJOS KŪRĖJAS

Ši Ramiojo vandenyno Rurutu saloje išdrožta dievo Tangaroa skulptūra aplipusi mažyčiais žmonėmis, kuriuos jis sukūrė. Tas pats dievas minimas ir kitų Ramiojo vandenyno salų mituose, tačiau kai kuriuose iš jų jis yra ne kūrėjas, o tik vienas iš daugelio dievų.

IŠ UGNIES

Be svarbiausių mitų apie pasaulio sutvėrimą, visais laikais dar buvo legendų, aiškinančių augalų ir gyvūnų atsiradimą. Europoje sakoma, kad salamandros gimė iš liepsnų. Salamandros iš tiesų slepiasi tarp drėgnų rąstų ir galbūt buvo pastebėtos sprunkančios iš degančių rąstų liepsnų.



Viduramžių iliustracija, vaizduojanti iš liepsnų kylančią salamandrą

PASAULIO AIŠKINIMAS

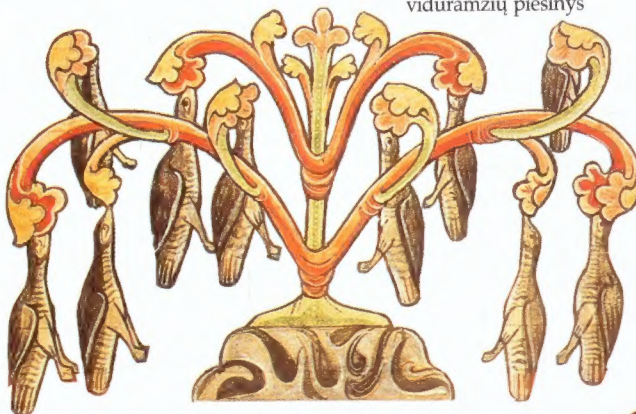
Be kitų dalykų, Biblijos *Būties knygoje* aiškinama, kodėl gyvatės neturi kojų. Dievas uždraudė Adamui ir Ievai valgyti vaisių nuo gėrio ir blogio pažinimo medžio, tačiau gyvatė sugundė Ievą suvalgyti vaisių. Už bausmę gyvatei buvo pasakyta: „Ant pilvo šliaužiosi ir dulkes ėsi“.



Viduramžių medžio ražinys, vaizduojantis mandragorą

MIRTĮ LEMIANTIS ŠAUKSMAS

Europoje paplitusioje vienoje legendoje minimas augalas mandragora, kurios šaknys kartais būna panašios į žmogaus kūną. Pasak legendos, raunamos iš žemės šaknys šaukia ir nuo šio klyksmo miršta visi jį girdėję. Šis pagoniškas tikėjimas išliko ir krikščionybės laikais.



KINTANČIOS FORMOS

Ant plaukiančių rąstų dažnai galima pamatyti prisitvirtinusias jūrų antytes. Viduramžiais buvo manoma, kad jos auga ant medžių, o vėliau virsta antimis ir nuskrenda. Nuo XVI amžiaus pradėjus moksliskai tirti pasaulį tokiomis legendomis suabejota ir pamažu jų vietą užėmė kruopštus stebėjimas.

Medžio su antimis viduramžių piešinys



Jūrų antytės ant plaukiančio rąsto

Fosilijos ir prasimanymai

TAB VII Chap: 5.
1



FĖJŲ MAISTAS

Pietų Anglijoje žmonės manė, kad suakmenėję širdiškieji jūrų ežiai, kaip šis, yra fėjų duonos kepaliukai ir laikė juos maisto podėliuose, kad šeima visada turėtų duonos.

FOSILIJOS YRA GYVŲ ORGANIZMŲ liekanos arba atspaudai, sukiėtę uolienose. Žmonės randa fosilijų mažiausiai 30 000 metų amžiaus. Ledynmečio medžiotojai iš jų darė vėrinius ir tikriausiai jau tada gimė mintis, kad fosilijos turi magiškų savybių. Tikėjimas magiškomis fosilijų galiomis plačiai paplito visame pasaulyje. Kinai laikydavo mažų žuvelių fosilijas maisto sandėliuose, kad nubaidytų vabzdžius kenkėjus, vadina-
mus cukriniais žvyninukais. Romėnų mokslininkas Plinijus Vyresnysis rašė, kad suakmenėję jūrų ežiai gali išgydyti nuo gyvačių įkandimo ir atnešti sėkmę mūšiuose. Jis taip pat aprašė kelis neįtikėtinus pasakojimus,

aiškinančius fosilijų kilmę: buvo teigiama, kad jūrų ežių fosilijos susidaro iš putų rutulių, kuriuos sukūrė daugybė susipynusių gyvačių. Sukurta įvairių teorijų, aiškinančių fosilijų atsiradimą. Viena teorija teigė, kad lietūs surenka iš jūros gyvų padarų sėklas ir kiaušinius. Kai iškritęs lietus įsisunkia į uolienas, iš sėklų ir kiaušinių išauga akmeninės tų padarų kopijos. Taip buvo bandoma paaiškinti, kodėl yra tiek daug jūrinės kilmės fosilijų. Dar fantastiškesnė teorija, kuri buvo

populiari nuo viduramžių iki XVII amžiaus, teigė, kad Žemė turi savąją „kūrybinę jėgą“ (*vis plastica*), ir ši jėga stengiasi nukopijuoti gyvus padarus.



Straublio ertmė
kaukolėje

VIENAAKIS ŽMOGUS

Kai tokių kaukolių, kaip ši, fosilijų buvo rasta Viduržemio jūros Sicilijos saloje, senovės graikai manė, kad tai yra milžiniškų žmonių su viena akimi kaktoje kaukolės. Ši nuomonė davė pradžią legendai apie vienaakį Kiklopą. Iš tikrųjų tai dramblio kaukolė, o ertmė – tai vieta, kurioje į straublį eidavo kraujagyslės ir kvėpavimo takai.

MILŽINO APAKINIMAS

Šioje vazoje iš senovės Graikijos pavaizduotas herojus Odisejas, kuris geležiniu basliu apakino Kiklopą Polifemą, kai šis miegojo savo oloje Etnos kalne Sicilijoje. Odisejui ir jo bendrakeiviams pavyko iš salos pasprukti, tačiau jie užsitraukė Kiklopo tėvo, jūrų dievo Poseidono, pyktį.



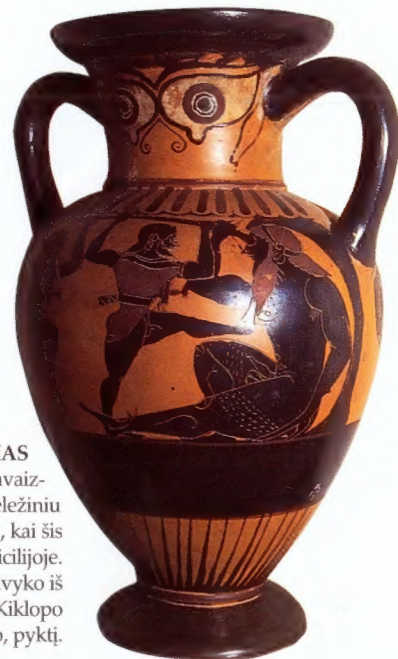
Suakmenėjęs
atspaudas



Dr. Ploto
į arkli
panašios
fosilijos
iliustracija

AKMENINIAI ARKLIAI

Ši neįprasta fosilija yra moliuko *Myophorella* kriauklės vidinės pusės atspaudas. Pati kriauklė sunyko. Gyvas gyvūnas buvo panašus į austrę ir turėjo dvi geldeles, kurias kartu laikė stiprus raumuo. Jis paliko abiejose pusėse apskritą žymę. Dr. Robertas Plotas (Plot; 1640–1696) manė, kad jos yra akys. Laki jo vaizduotė taip pat įžvelgė dvi ausis ir karčius, todėl jis paskelbė, kad tai buvo Žemės *vis plastica* bandymas sukurti arklio galvą.





LIEŽUVIAI IŠ DANGAUS

Plinijus Vyresnysis manė, kad šios fosilijos yra akmeniniai liežuviai, nukritę į Žemę per Mėnulio užtemimus. 1667 m. Nyklas Stensonas (Stenson) aptiko negyvą ryklį ir suprato, kad tai buvo ryklių dantys. Jis ne pirmasis protingai aiškino fosilijas, bet dauguma žmonių mieliau tikėjo išmonėmis.

MITINĖS PABAISOS

Per paskutinįjį ledynmetį prieš 40 000 metų Europoje buvo milžiniškų lokių. Kai kurie iš jų mirė urvuose per žiemos imygį ir daugelis suakmenėjo, nes žemės nuošliauža urve gali greitai palaidoti kūną kaulams dar nespėjus suirti. Kai viduramžiais buvo rastos šių lokių kaukolės su milžiniškomis iltimis, manyta, kad jos priklausė ugnimi spjaudantiems „drakonams“.



Urvinio lokio kaukolė

Amonito piešinys



AKMENINĖS GYVATĖS

Šiaurinėje Anglijoje seniau buvo manoma, kad spirale susisukę iškastiniai senovės amonitai – jūriniai gyvūnai, panašūs į dabar gyvenantį nautilą (*Nautilus*), – yra gyvatės, kurias šventasis paverė akmeniu. Kad būtų akivaizdu, vietos žmonės netgi išraižydavo ant šių „akmens gyvačių“ galvą.

Išraižyta gyvatės galva



Iškastinis amonitas



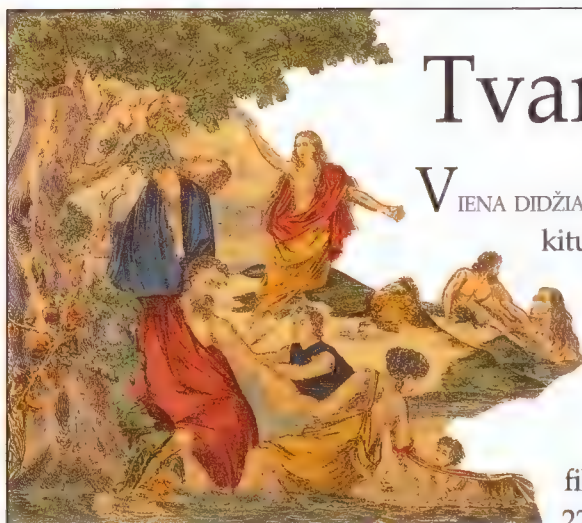
Mitinis sparnuotas drakonas

SUAKMENĖJĘS GRYBAS?

Nepaisant į grybą panašios išvaizdos, šis keistas daiktas iš tikrųjų yra senovinė jūrinė pintis, suakmenėjusi titnage. Grybai pernelyg minkšti, kad galėtų virsti fosilijomis.



Tvano aukos



V IENA DIDŽIAUSIŲ MİSLIŲ apie fosilijas buvo moliuskų ir kitų jūrinių gyvūnų atsiradimas aukštai kalnų viršūnėse. Kai kurie senovės graikų mokslininkai, pavyzdžiui, Pitagoras (Pythagoras) ir Herodotas (Herodotus), aiškino, kad tokios kalnų uolienos kadaise, matyt, buvo apsemtos jūros, tačiau krikščionių filosofas Tertulianas (Tertullian; apie 155–222 m. po Kr.) teigė, kad į šį aukštį moliuskų kriaukles užkėlė Biblijoje aprašyto tvano vandenys. Ši mintis

NOJUS IR TVANAS

Biblijoje aprašomas didžiulis potvynis, užtvindęs visą Žemės sausumą ir trukęs 40 dienų. Dievas liepė Nojui pastatyti laivą ir paimti į jį po patiną ir patelę visų gyvūnų rūšių, kad nė viena rūšis galutinai neišmirtų. Ši pasakojimo dalis sukėlė karštas diskusijas, kai buvo atrasta stambių išnykusių gyvūnų fosilijų (p. 14–15).

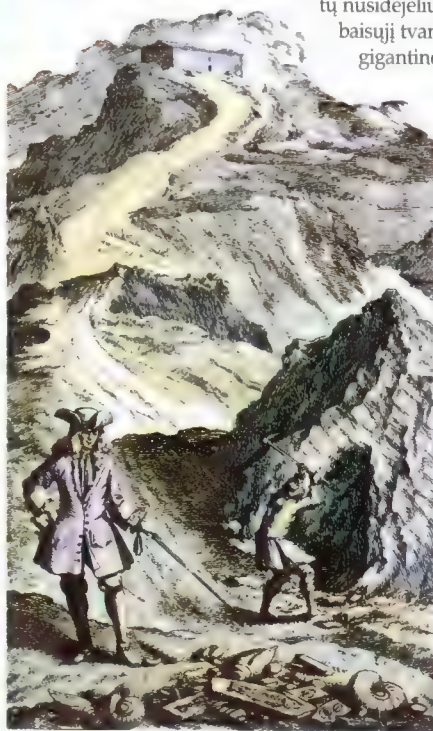
sudomino Leonardą da Vinčį (da Vinci; 1452–1519), kuris atidžiai ištyrė fosilijas ir apskaičiavo, kas būtų galėję atsitikti per labai didelį potvynį. Jis priėjo išvados, kad toks aiškinimas neturi jokios prasmės. Nepaisant Vinčio pastangų, ši idėja išliko populiari tarp geologų iki pat XVIII amžiaus pabaigos. Buvo sukurta teorija, vadinama deliuvializmu. Ji teigė, kad visos Žemės nuosėdinės uolienos (uolienos, sudarytos iš smėlio arba dumblo sluoksnių) nugulė per 40 tvano dienų ir kad tuo pačiu metu susiformavo visos fosilijos. Veikiau kaip populiari samprata, o ne kaip mokslinė teorija, ji išliko iki pat XIX amžiaus vidurio, tačiau vėliau ją paneigiantys įrodymai buvo tokie svarūs, kad ši idėja gerokai priblėso.



Kriauklių pilna uoliena iš Snoudono kalno viršūnės Velse

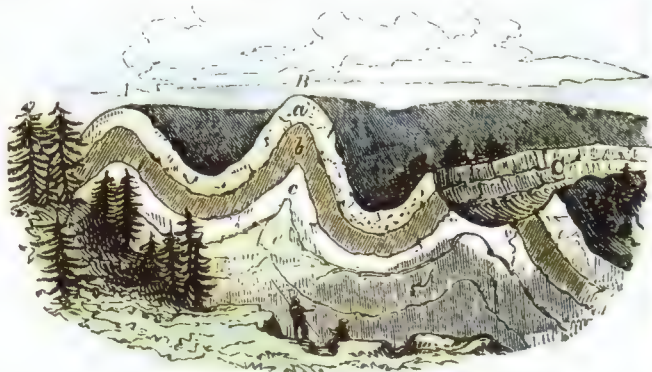
FOSILIJŲ MEDŽIOTOJAI

Johanas Šoiceris (Scheuzer; 1672–1763), šveicarų fosilijų kolekcininkas, buvo entuziastingas deliuvialistas. Jis buvo įsitikinęs, kad visos nuosėdinės uolienos ir fosilijas sukūrė tvanas. Vieną iš savo radinių jis pavadino „kaulėtu skeletu vieno iš tų nusidėjėlių, kurių nuodėmės užtraukė pasauliui baisųjį tvaną“. Vėliau paaiškėjo, kad tai gigantinės salamandros fosilija.



UOLIENŲ IŠKĖLIMAS

XVIII ir XIX amžiuje geologai pradėjo suprasti, kaip jūrinės kriauklės galėjo atsidurti kalnų viršūnėse. Jie suvokė, kad dauguma nuosėdinių uolienų pamažu susidarė jūros dugne iš dumblo ir smėlio. Čia ir susiformavo fosilijos, kai gyvūnus užklojo nuosėdos. Vėliau Žemės plutos judesiai kai kurias uolienas suspaudė ir privertė išlinkti į viršų. Šitaip po jūros vandeniu buvusios uolienos tapo kalnų viršūnėmis.



Trūkstamos fosilijos

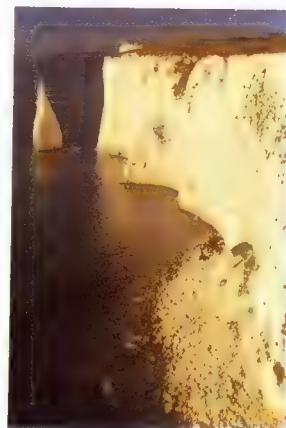
Jeigu visos fosilijos buvo per tvaną žuvę padarai, tai turėtų būti daug suakmenėjusių stambių sausumos gyvūnų, kurie nuskendo pakilus vandeniui, ir mažai žuvų, nes jos mokėjo plaukti. Iš tikrųjų yra atvirkščiai. Dažniausiai pasitaikančios fosilijos yra jūrų ir upių gyvūnai, o sausumos gyvūnai aptinkami retai. Dabar žinoma, kad sausumoje fosilijos susiformuoja ne taip lengvai, išskyrus neįprastas vietas, pavyzdžiui, urvus.

Reta vabzdžio fosilija



Kreida ir akmens anglis

Sužinojus daugiau apie nuosėdines uolienas tapo aišku, kad jos negalėjo susiklostyti per 40 dienų. Pavyzdžiui, kreida ir akmens anglis susideda iš gyvų organizmų liekanų iš milijonų mikroskopinių kriauklių susidaro kreida, o iš tūkstančių vienas ant kito sukrautų medžių – akmens anglis. Be jokios abejonės, susidaryti tokioms uolienoms prireikė labai daug laiko.



AMŽIŲ UOLIENA

1858 m. vienas geologas, žiūrėdamas į kreidą pro mikroskopą, atrado, kad ji visa susideda iš mažyčių kriauklių. Šios kriauklės priklausė mikroskopiniams gyvūnams, kurie plūduriavo vandenyno paviršiuje. Mes tai žinome, nes panašiai vyksta ir šiandien. Kalkiniai klifai (viršuje) rodo, kokio storio yra kreidos sluoksniai.



Retai pasitaikanti laumžirgio fosilija

Driežas

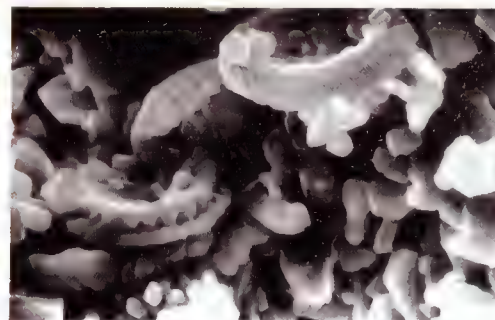
RETAI KADA SUAKMENĖJANTYS

Jeigu jūrinių gyvūnų, tokių kaip ofiūros ir žuvys, fosilijos randamos dažnai, tai sausumos gyvūnų, pavyzdžiui, driežų ir vabzdžių, fosilijos pasitaiko retai.

KRIAUKLIŲ PILNA UOLIENA

Kai kurios uolienos susideda vien iš kriauklių. Kaip ir akmens anglis bei kreida, jos galėjo susiformuoti tik labai iš lėto.

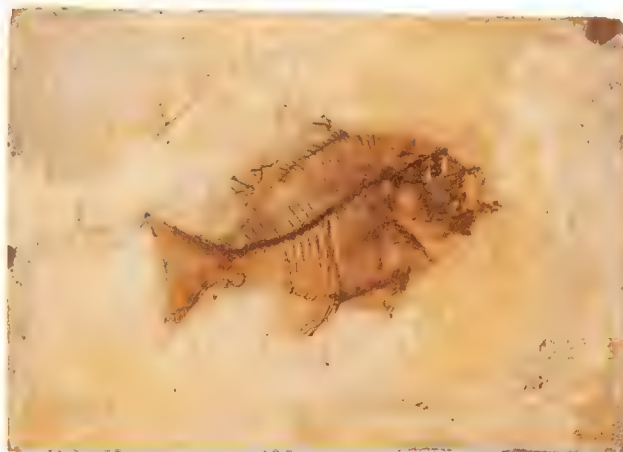
Iškastinis jūrinis gyvūnas ofiūra



MIKROSKOPU IŽVELGTA STRUKTŪRA

Ši šiuolaikinė kreidos struktūros fotografija padaryta skenuojamu elektroniniu mikroskopu. Joje matyti mažytės apskritos plokštelės – smulkučių kreidą sudarančių organizmų dalys.

Suakmenėjęs ešeris



Akmens anglyse suakmenėjęs papartis

AKMENS ANGLIŲ MIŠKAI

Akmens anglis susideda beveik vien tik iš medžių ir kitų augalų, augusių pelkėtuose miškuose. Nukritę į vandenį medžiai ne sutrūnijo, bet pamažu suformavo durpes. Vėliau jas suslėgė virš jų didėjanti masė, kuri pavertė durpes anglimis. Anglių klodai gali būti 20 m storio.



PERVERSMĄ SUKĖLĖS MĄSTYTOJAS

Prancūzų gamtininkas Lamarckas
privertė amžininkus galvoti apie
evoliuciją.

Žanas Baptistas de Lamarkas

ŽANAS BAPTISTAS DE LAMARKAS (Lamarck; 1744–1829) vienas pirmųjų išdėstė evoliucijos teoriją. Jis manė, kad veikia dvi evoliucijos jėgos. Pirmoji yra tendencija tobulėti – automatinis procesas, kurio dėka visos gyvos būtybės darosi sudėtingesnės. Antroji jėga – tai būtinybė prisitaikyti prie vietos aplinkos: gyvūnams stengiantis prisitaikyti jų pastangos sukelia kūno pokyčius. Todėl žirafai siekiant medžių lapų atsirado ilgas kaklas, o balų paukščiams vis pasistiebiančiam norint nesuslapti kūno užaugo ilgos kojos. Anot Lamarko, šios dvi jėgos nėra harmoningos. Veikdama viena pirmoji jėga sukurtų vis didėjančio tobulumo gyvūnų, tačiau jai trukdo antroji jėga. Kad galėtų pasireikšti antroji jėga, tėvų įgyti požymiai (pavyzdžiui, ilgesnis kaklas) turėtų būti perduodami palikuonims. Dabar gerai žinoma, jog taip nevyksta, išskyrus kelis retus atvejus, tačiau

Lamarko laikmečiu ši samprata buvo plačiai priimta. Ištiesą vėlesnį šimtmetį visi, tarp jų ir Darvinas (p. 20), buvo įsitikinę, kad tai tiesa. Šiandien lamarkizmo terminas dažniausiai vartojamas įgytų požymių paveldėjimo prasme. Kiti Lamarko teorijos teiginiai jau beveik pamiršti.



AUKŠTAS IR SAUSAS

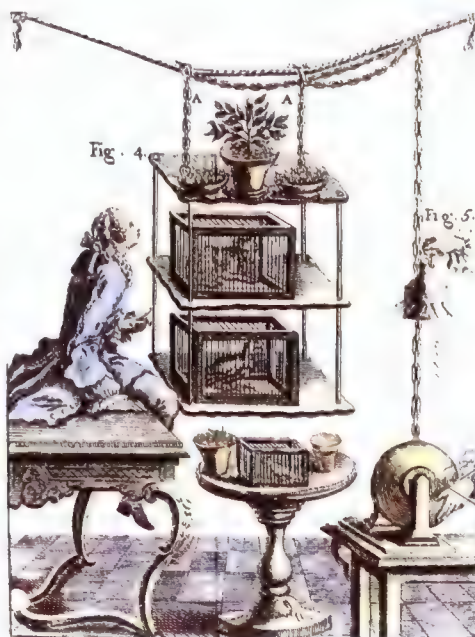
Anot Lamarko teorijos, stengdamasis išlaikyti kūną virš vandens, balų paukštis įgyja įprotį ištempti ir pailginti kojas. Jis manė, kad tokioms rūšims, kaip šis purpurinis garnys, taip išsivystė ilgos kojos.

Materialūs fluidai

Lamarkas iškėlė mintį, kad po visą kūną ir kiauurai jį teka „materialūs fluidai“, kurie sukelia judėjimą ir pokyčius. Jis manė, kad fluidai yra nesuvokiami, tačiau du iš jų galima apibūdinti – tai šiluma ir elektra.

MĮSLINGOJI ELEKTRA

Lamarkas manė, kad „materialūs fluidai“ yra susiję su tendencija tobulėti ir siekimu prisitaikyti prie vietos sąlygų. Tuo metu mokslininkus labai domino elektra. Lamarkui ji buvo įdomi tuo, kad jos nebuvo galima matyti, tik pajusti. Prancūzų mokslininkas Žanas Antuanas Nolė (Nollet; 1700–1770) darė bandymus (dešinėje), norėdamas ištirti statinės elektros poveikį augalams ir gyvūnams.



ČIUOPIANT KELIĄ Į PRIEKĮ
Kaip pavyzdį „materialių fluidų“ pasireiškimui iliustruoti Lamarkas panaudojo sraigės. Sraigės mato prastai ir jų protėvių Lamarkas įsivaizdavo be čiuopiklių, apgraužimais ieškantį kelio galvą. Jo pastangos jausti kelią siuntė į galvos priekį „daug nervinių ir kitokių fluidų“. Ilgainiui taip atsirado čiuopikliai.

Ištiesti čiuopikliai



Pasitelkiant įrodymus

Norėdamas paremti savo teiginį, kad vyksta evoliucija, Lamarkas nurodė, kad kurios nors, pavyzdžiui, drugių, vienos rūšies atstovai įvairiose vietose gali būti skirtingi. Vėliau buvo įrodyta, kad jo idėjos apie įgytų požymių paveldėjimą ir paprastų gyvybės formų nenutrūkstamą kūrimą yra neteisingos.



Agrias claudina sardanapalus
Peru ir Brazilija



Agrias claudina claudina
Centrinės Brazilijos rytinė dalis



Agrias claudina lugens
Peru



Agrias claudina claudianus
Brazilijos pietrytinė dalis



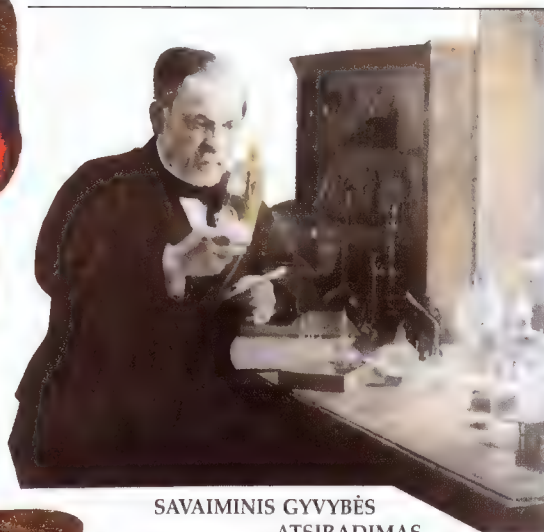
Agrias claudina godmani
Centrinė Brazilija

NAUJŲ RŪŠIŲ ATSIRADIMAS

Šie gražūs drugiai iš skirtingų Pietų Amerikos vietų iliustruoja Lamarko teiginį apie kintamumą tos pačios rūšies viduje. Visi šie skirtingose vietose paplitę drugiai gali tarp savęs kryžmintis, todėl jie visi turi priklausyti tai pačiai rūšiai. Jie vadinami porūšiais. Lamarkas taip pat pastebėjo, kad artimai giminingų rūšių atstovai (p. 22) gali būti labai panašūs – kaip ir šių porūšių drugiai. Iš to jis padarė išvadą, kad giminingos rūšys išsivystė iš kelių porūšių. Dabar ši mintis laikoma teisinga, tačiau vis dar ginčijamasi, kaip būtent susidaro naujos rūšys (p. 40).



Agrias claudina intermedius
Kolumbijos pietrytinė dalis ir Venesuela



SAVAIMINIS GYVYBĖS ATSIRADIMAS

Jeigu visos gyvos būtybės progresuoja, tai kodėl vis dar yra paprastos sandaros organizmų? Lamarkas manė, kad nauji paprasti organizmai susidaro mikroskopinės gyvybės „savaiminio atsiradimo“ būdu iš negyvos medžiagos, pavyzdžiui, šlapių šiaudų. Prancūzų mikrobiologas Luji Pasteras (Pasteur; 1822–1895) įrodė, kad tai tik iliuzija. Šiaudus išvirinus neatsirasdavo jokių gyvų būtybių.



POŽYMIŲ PERDAVIMAS

Jeigu įgyti požymiai yra paveldimi, kaip manė Lamarkas, tai baltaodžių žmonių, kurie gyvena karštuose kraštuose, vaikai turėtų gimti su įdegusia oda. Ši XIX amžiaus anglų šeimos, gyvenusios Indijoje, fotografija rodo, kad taip nėra.



POETAS IR BOTANIKAS

Dar prieš Lamarką poetas Johanas Getė (Goethe; 1749–1832) paskelbė minčių apie augalų evoliuciją.



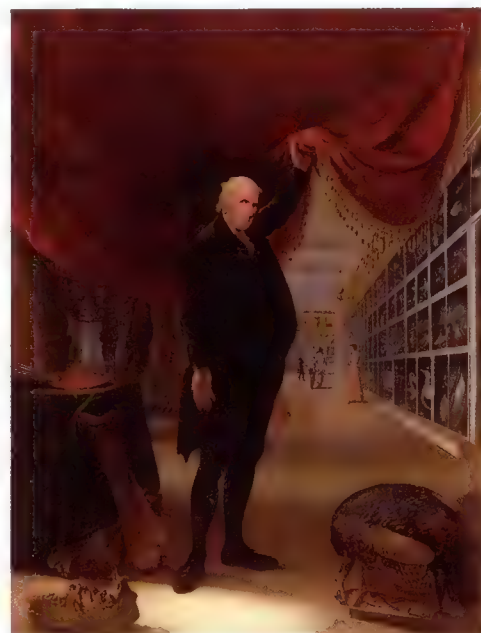
PREZIDENTAS MOKSLININKAS

JAV prezidentas Tomas Džefersonas (Jefferson; 1743–1826) taip pat buvo fosilijų kolekcininkas. Iš pradžių jis nepripažino, kad koks nors gyvūnas jau yra išnykęs, tačiau ilgainiui rasti fosiliniai duomenys jį įtikino, kad jie iš tiesų yra išnykę.

lio sritis nebuvo tokia didelė, kad joje galėtų slapstytis šie milžinai. Pradėjo kilti įtarimas, kad jie jau yra išmirę. Prancūzų mokslininkai, kuriuos po Didžiosios Prancūzijos revoliucijos poslinkių mažiau veikė religinės pažiūros, buvo vieni pirmųjų, pripažinusių išnykimo idėją. Vėliau ši idėja buvo pripažinta JAV, o dar vėliau ir kitose šalyse.

Išnykę gyvūnai

PASAK BIBLIJOS, Nojus paėmė į savo laivą po du visų rūšių gyvūnus ir jie visi po tvano liko gyvi. Krikščionybė taip pat moko, kad kiekvienas gyvas padaras yra esminė grandis Dievo kūrimo grandinėje. Taigi būtų neįmanoma kuriam nors iš jų visiškai išmirti, tai yra išnykti. Kai buvo rasta nežinomų suakmenėjusių padarų, manyta, kad tie gyvūnai vis dar yra kur nors paplitę. Tačiau XVIII amžiaus pabaigoje buvo atrasta tokių milžiniškų padarų fosilijų, kad toks aiškinimas atrodė abejotinas. Šiaurės Amerikoje buvo aptikti stambūs ant žemės gyvenusio didžiojo tinginio bei mastodonto kaulai. Jokia dar neiširta pasau-

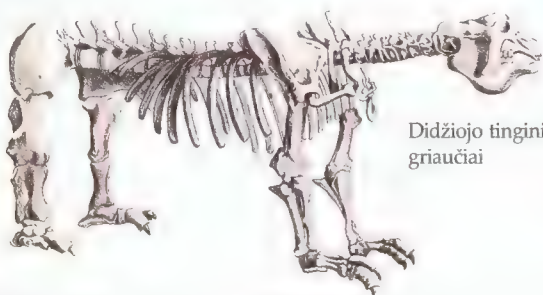


PRARASTI PASAULIAI

Neįprastas Australijos ančiasnapis Vakarų mokslui tapo žinomas tik 1799 m. Tokie atradimai piršo mintį, kad pasaulyje yra daug nežinomų padarų ir kad išnykę gyvūnai dar gali kur nors gyvuoti.

SUNKU PASISLĖPTI

Tai didžiojo tinginio *Megatherium* viršutinio krūminio danties, parodyto puse natūralaus dydžio, skerspjūvis. Dar vieno, beveik tokio pat dydžio, tinginio fosilijos buvo rastos Šiaurės Amerikoje; pirmą kartą 1797 m. jas aprašė Tomas Džefersonas. Skirtingai nuo tokių mažų gyvūnų kaip ančiasnapis, iki šiol išlikęs tokio dydžio gyvūnas be jokios abejonės nebūtų likęs neatrastas. Iki XIX amžiaus 4 dešimtmečio išnykimo idėja tapo plačiai pripažinta.



Didžiojo tinginio
griaučiai



PYLIO MUZIEJUS

(kairėje)

Čarlsas Vilsonas Pylis (Peale; 1741–1827) buvo dailininkas, renginių organizatorius ir fosilijų kolekcininkas. 1799 m. kartu su Džefersonu ir kitais JAV filosofų draugijos nariais pagal skelbimus jis ieškojo stambių fosilinių kaulų. Šitaip jis sugebėjo atrasti ir iškasti dviejų mastodontų, išnykusių dramblių giminačių, griaučius. Iš rastų kaulų buvo surinkti visi griaučiai ir Pylis išstatė juos savo „gamtos keistenybių“ muziejuje.



IŠ DUOBĖS

Pylis mastodonto griaučiai buvo rasti pelkėtoje žemėje ir iškasti juos buvo nelengva. Jam teko sukonstruoti mechanizmą vandeniui iš duobės išsemti. Jį varė didelis kojomis minamas ratas ir susirinkę smalsuoliai turėjo tą ratą varyti. Šį įspūdingą paveikslą nutapė pats Pylis ir amerikiečiai ėmė labai didžiulis savo išnykusiais milžiniais.

TIKRAS ATRAKCIONAS

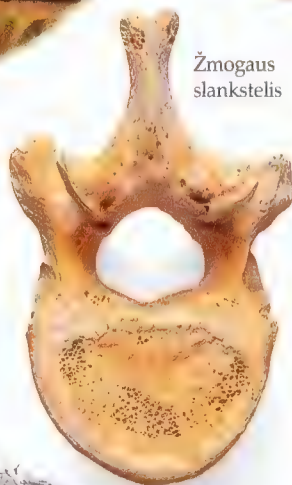
Pylis talento organizuoti renginius dėka mastodontas tapo nacionaline sensacija. Vėliau Europoje ir Šiaurės Amerikoje buvo atrasta ir daugiau nepaprastų fosilijų. XIX amžiaus 3 dešimtmetyje plačioji visuomenė jau žinojo, kad egzistavo fantastinis priešistorinis pasaulis, kuriame gyveno išnykę milžiniški gyvūnai.



Mastodonto griaučiai, piešti vieno iš Pylio sūnų

GINČAI DĖL KAULŲ

Mastodonto stuburo kaulas (dešinėje) yra milžiniškas, lyginant su žmogaus slanksteliu. Pirmasis moksliai mastodontą aprašė prancūzų mokslininkas ir evoliucijos priešininkas Kiuvjė (p. 16). Skirtingai nuo kolegos Lamarko (p. 12), jis pripažino išnykimo idėją. Lamarko evoliucijos schemoje nė vienas gyvas padaras negalėjo išnykti, nes jie visi automatiškai progresavo ir prisitaikė prie aplinkos.



Žmogaus slankstelis



Mastodonto antrasis krūminis dantis



Žmogaus antrasis krūminis dantis

MILŽINIŠKAS KRŪMINIS DANTIS

Šalia antrojo krūminio mastodonto danties su šaknimis žmogaus krūminis dantis atrodo visai mažas. Milžiniški žinduoliai, tokie kaip mastodontas, buvo atrasti anksčiau, negu tapo žinomi pirmieji dinosaurai. Kai XIX amžiaus 3 dešimtmetyje buvo aptiktos dar didesnės dinosaurų liekanos (p. 18), išnykimo idėją imta plačiai pripažinti.



Mastodonto slankstelis



Katastrofų virtinė

SPARČIAI AUGANT PRAMONEI XVIII amžiuje prireikė geležies rūdos bei akmenų anglių ir transportavimo kanalų. Šachtos ir kasinėjimai skverbėsi gilyn į žemę, o tai padėjo gerokai pažengti į priekį geologijai. XIX amžiaus pradžioje Abrahamas Verneris (Werner; 1750–1817) Vokietijoje ir Viljamas Smitas (Smith; 1769–1839) Didžiojoje Britanijoje nustatė, kad uolienos susideda iš atskirų sluoksnių, vadinamų klodais. Šie priklauso tam tikriems geologiniams periodams ir eroms, kurias galima nustatyti pagal juose randamas fosilijas. Verneris manė, kad pasaulį buvo ištikusi katastrofiškų potvynių virtinė ir po kiekvieno potvynio nusėdavo uolienų sluoksnis. Sukurti šią katastrofų teoriją Vernerį ir kitus paskatino

ŽORŽAS KIUVJĖ
Kiuvjė manė, kad dėl katastrofų kelis kartus žuvo beveik visa Žemės gyvybė, tačiau kai kurios sritys to išvengdavo ir gyvūnai iš tų sričių vėl paplisdavo. Vėliau jis taip pat pripažino, kad kai kurie gyvūnai išnyko, tuo tarpu Lamarkas atsisakė tuo tikėti. Kiuvjė nepripažino evoliucijos ir buvo įsitikinęs, kad tarp katastrofų gyvybė nesikeitė. Lamarkas ir Kiuvjė tapo priešais visam gyvenimui.

staigūs fosilijų pokyčiai einant iš vienos geologinės eros į kitą. Vieni tapatino kiekvieną potvynį su Biblijoje aprašoma pasaulio tvėrimo diena, tačiau kiti suprato, kad uolienos turėjo susidaryti per tūkstančius metų. Vėliau šios teorijos šalininkai, tarp jų prancūzas Žoržas Kiuvjė (Cuvier; 1769–1832), be potvynių, dar rėmėsi žemės drebėjimais ir klimato pokyčiais. Šias teorijas siejo mintis, kad Žemę formavo neįsivaizduojamai galingos jėgos, visiškai skirtingos nuo dabar pasireiškiančių jėgų. Priešinga pažiūra – uniformizmas – teigė, kad Žemė susidarė pamažu, veikiant kasdienėms jėgoms, tokioms kaip erozija ir nuosėdų kaupimasis (p. 28).

ĮRODYMAI IŠ EGIPTO

1798 m. Napoleono kariuomenė įsiveržė į Egiptą ir atsivežė su savimi mumijas, rastas piramidėse. Tarp jų buvo mumifikuotas ibis. Kiuvjė džiugavo atradęs, kad šie griaučiai buvo tokie pat, kaip ir gyvenančio ibio. Jis teigė, kad šis pokyčių nebuvimas įrodo, jog Lamarkas neteisus ir kad evoliucija nevyksta.

NEPAKITĖS IBIS

Dabartinis ibis iš tikrųjų yra toks pat, kaip ir senovės Egipto ibis. Vienos rūšys iš tiesų lieka beveik nepakitusios tūkstančius ir netgi milijonus metų, o kitos gali vystytis labai greitai. Viskas priklauso nuo aplinkybių. Tiek Lamarkas, tiek Kiuvjė buvo teisūs dėl vieno dalyko ir neteisūs dėl kito dalyko. Lamarkas buvo teisus manydamas, kad rūšys nėra pastovios, bet Kiuvjė buvo iš dalies teisus dėl masinių išnykimų (p. 46).



Mumifikuotas ibis



Dabartinis ibis



Ibio skulptūra iš Egipto

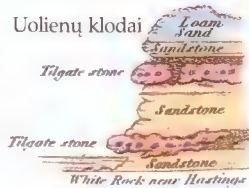


Viljamas Smitas

PERIODŲ NUSTATYMAS

Viljamas Smitas geologija susidomėjo statydamas kanalus. Jis atrado, kad geologinius periodus galima atpažinti iš jiems būdingų fosilijų ir kad periodai visada išsidėstę ta pačia tvarka. Šiandien geologai pripažįsta uniformizmo pažiūrą, kad dauguma uolienų formacijų susidarė dėl laipsniško kasdienių jėgų veikimo, o ne dėl katastrofų. Skirtumai tarp geologinių erų atsiranda daugiausia dėl gyvų organizmų masinių išnykimų (p. 46). Jie atspindi ne geologinius, bet staigius biologinius pokyčius.

Uolienų klodai



Vienas iš Smito geologinių žemėlapių, kuriame klodai pažymėti skirtingomis spalvomis



Milerio rasta iškastinė žuvis

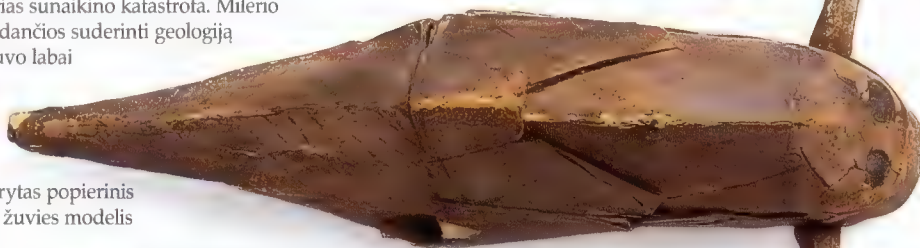
MILERIO ŽUVIS

Hjū Mileris (Miller; 1802–1856), kuris buvo labai religingas, surado išnykusios šarvuotosios žuvies fosilijas. Jis klaidingai manė, kad šios žuvys buvo labiau išsivysčiusios už dabar gyvenančias žuvis ir laikė jas vienomis iš anksčiau sutvurtų būtybių, kurias sunaikino katastrofa. Milerio knygos, bandančios suderinti geologiją su Biblija, buvo labai populiarios.

Hjū Mileris, škotų akmentašys ir fosilijų ieškotojas



Milerio darytas popierinis išnykusios žuvies modelis



LEDYNMEČIŲ IDĖJA

Amerikiečių mokslininkas Lujis Agasi (Agassiz; 1807–1873), Kiuvjė šalininkas, pasiūlė naują katastrofų tipą – ledynmečius. Agasi teorijas iš karto atmetė daugelis uniformistų, tarp jų ir Čarlsas Lajelis (Lyell; 1797–1875), kuris buvo isitikinęs, kad visi geologiniai pokyčiai yra laipsniški. Šiuolaikinė geologija įrodė, kad Lajelio teorija buvo artimesnė tiesai, negu katastrofų teorija, tačiau Agasi skelbti ledynmečiai buvo iš tikrųjų. Yra buvę ir didelių jūros lygio bei klimato pokyčių, tik jie pasireiškė lėtai, o ne staigiomis katastrofomis.



Pirmųjų žmonių pagamintas rankinys kirvis

GINČYBINI RADINIAI

Mileris padėjo populiarinti naują religinę katastrofų teorijos versiją. Ji teigė, kad yra buvę keli vienas po kito sekę kūrimo aktai, kurių kiekvieną sunaikino katastrofa, ir kad Biblijoje aprašytas tik paskutinis kūrimas. Visos išnykusios gyvūnų fosilijos yra iš ankstesnių kūrimo aktų. Šiai teorijai sudavė smūgį keliuose Anglijos urvuose greta žmogaus pagamintų įrankių rasti išnykę gyvūnai.

Mamuto dantis, rastas kartu su rankiniu kirviu



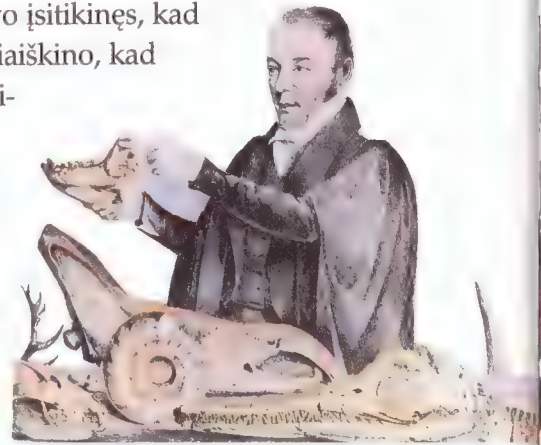


IGUANODONTO KASIMAS

Kasinėjimai Sasekso (pietinė Anglija) karjere, kuriame Gideonas Mantelas rado iguanodonto dantis.

Dinozaurų karštligė

SUAKMENĖJUSIŲ DINOZAUROŲ KAULŲ buvo randama jau XVII amžiuje, tačiau jie nebuvo priskiriami milžiniškiems ropliams. Perversmą padarė Gideonas Mantelas (Mantell; 1804–1892), anglų gydytojas ir fosilijų medžiotojas. 1822 m. jis rado kelis didelius ir neįprastus dantis, kuriuos parodė Kiuvjė (p. 16) ir anglų geologui Viljamui Baklendui. Abu jie neteikė radiniui jokios svarbos, tačiau Mantelas buvo įsitikinęs, kad jie klysta ir toliau tęsė tyrimą. Galiausiai jis išsiaiškino, kad tie dantys buvo panašūs į iguanų dantis. Pavadinęs savo radinį *Iguanodon* (iguanos dantis) jis paskelbė 12 m ilgio driežo aprašymą. Tuo tarpu Baklendas irgi atrado milžinišką roplį. Tokių radinių buvo ir daugiau, tačiau pavadinimas „dinozauras“ (baisus driežas) imtas vartoti tik nuo 1841 m. Jį sukūrė Ričardas Ovenas, garsus anatomas ir Kiuvjė šalininkas. Dinozaurai sukėlė sensaciją, nes nepaprastai skyrėsi nuo visų kitų gyvų organizmų. XIX amžiuje apie juos visą laiką buvo rašoma pirmuosiuose laikraščiu puslapiuose ir plačioji visuomenė sužinojo apie tolimą praeitį ir keistus jos gyvūnus. Ši informacija paruošė dirvą evoliucijos idėjoms. Tačiau Ovenas panaudojo dinozaurus kaip argumentą prieš evoliuciją, nes jie buvo labiau išsivystę už gyvenančius roplius. Šiuolaikinė evoliucijos teorija pripažįsta, kad evoliucija ne visada reiškia pažangą (p. 48). Keičiantis aplinkai labiau išsivystę gyvūnai gali išmirti, o jų mažiau išsivystę giminaičiai gali likti gyvi.



NUOSTABĄ KELIANTYS RADINIAI

Viljamas Baklendas (Buckland; 1784–1856) demonstruoja kai kuriuos labai vertingus pavyzdžius. Priekyje matoma skirtingai negu dinozaurai roplių grupei priskiriamo jūrinio roplio ichtiozaurų (*Ichthyosaurus*) kaukolė, turinti ilgą snapą. Pirmasis ichtiozauras buvo aprašytas 1810 m., tačiau buvo palaikytas krokodilu. 1824 m. Baklendas rado dinozaurą, vadinamo megalozauru (*Megalosaurus*), žandikaulio fragmentus ir kitus kaulus. XIX amžiaus 6 dešimtmetyje Ričardas Ovenas vadovavo megalozaurų modelio kūrimui (žemiau), kai dar nebuvo rasti visi dinozaurų griaučių sudarantys kaulai. Turėdamas tiek mažai duomenų Ovenas spėjo teisingai, tačiau modelis didžia dalimi buvo neteisingas. Tas pats skulptorius padarė priešais parodyto iguanodonto modelį.

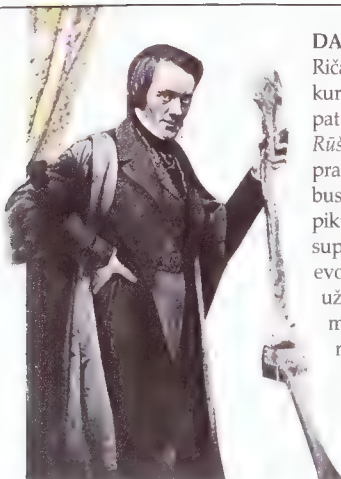
DAUG GINČŲ SUKĖLĖ MODELIAI

Pagal šį megalozaurų modelį, sukurtą remiantis Baklendo rastomis fosilijomis, vėliau buvo padarytas natūralaus dydžio dinozauras ir kartu su kitais išstatytas parodai kristolo rūmuose Londone. Kai Niujorko miesto valdžia užsakė panašią parodą centriniam parkui, vietinis teisėjas užsipuolė modelius kaip „antireliginius“ ir sumanymas žlugo, kai kažkas įsilaužė į dirbtuves ir sunaikino visus modelius.



Baklendo rasti žandikaulio fragmentai

Fragmentai, įterpti į kaukolės kontūrus



DARVINO PRIEŠAS

Ričardas Ovenas (Owen; 1804–1892), kuris sukūrė žodį „dinozauras“, taip pat parašė kandžią Darvino veikalo *Rūšių atsiradimas* recenziją ir pranašavo, kad po 10 metų Darvinas bus pamirštas. Vėliau Ovenas piktinosi Darvino šlove ir davė suprasti, kad jis pats sukūrė evoliucijos teoriją gerokai anksčiau už Darviną. Ovenas su kitais 20 mokslininkų 1853 m., Naujųjų metų išvakarėse, pietavo iguanodonto modelio viduje (žemiau) prieš pastatant jį Londono kriošto rūmuose greta kitų dinosauro modelių.



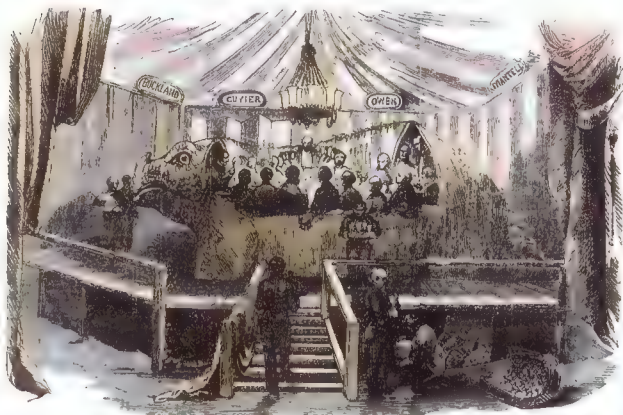
GIDEONAS MANTELAS

Remdamasis savo rastais kaulais ir dantimis Mantelas (Mantell) įsivaizdavo iguanodontą kaip didelį driežą. Savo rekonstrukcijoje Mantelas uždėjo į ragą panašų smaigalį (žemiau) ant gyvūno nosies galo. Vėliau išaiškėjo, kad tai buvo nykščio smaigalys.



DEŠIMTYS DINOZAUŲ

1878 m. Belgijoje anglių kasėjai atrado 39 iguanodontų griaučius. Iš suakmenėjusių pėdsakų buvo galima spėti, kad iguanodontas vaikščiojo užpakalinėmis kojomis. Manyta, kad jis laikėsi pusiau stačias, todėl darant šią rekonstrukciją buvo ištirti emu ir valabio griaučiai.



Nykščio
smaigalys
uždėtas ne
toje vietoje

Iguanodonto „rago“
atspaudas



KINTANČIOS IDĖJOS

Šis šiuolaikinis iguanodontų vaizdas sukurtas išsamiai ištyrus ant kaulų esančias žymes, iš kurių galima daug ką sužinoti apie raumenis ir sausgysles. Jos rodo, kad iguanodontas vaikščiojo daugiausia dviem kojomis, tvirta uodega palaikydamas horizontalaus kūno pusiausvyrą.

PASLAPTINGAS AUTORIS

1844 m., kai visuomenę šėbino dinosauro atradimai, buvo išspausdinta proevoliucinė brošiūra, pavadinta *Tvėrimo pėdsakai*. Jos autorius pasirodė besąs Robertas Čeimberisas (Chambers; 1802–1871), bet tai išaiškėjo tik po jo mirties. Čeimberisas bandė paremti evoliucijos idėjas, tačiau patyrė visišką nesėkmę. Mokslininkai nežiūrėjo į brošiūrą rimtai, nes joje buvo daug klaidų ir netikslumų.

PADIDINTI IKI SAVO DYDŽIO

Šio iguanodontų ir kitų dinosauro modeliai vėliau buvo pagal skalę padidinti iki milžiniško dydžio roplių, kurie nuo 1854 m. rodomi Kriošto rūmuose.





Čarlsas Darvinas

ANGLŲ GAMTININKAS ČARLSAS DARVINAS (1809–1882) gerai žinomas kaip veikalo *Rūšių atsiradimas* autorius. Jis ne pirmasis samprotavo apie evoliuciją, bet jo didžiausias laimėjimas buvo tas, kad jis surinko daugybę įrodymų, pagrindžiančių evoliucijos vyksmą. XIX amžiaus pradžioje evoliucijos sąvoka buvo labai nepopuliari. XVIII amžiaus paskutiniame dešimtmetyje revoliucinę Prancūziją buvo užvaldžiusi Lamarko teorija (p. 12), nes ji metė iššūkį bažnyčios ir karaliaus autoritetui. Iš baimės, kad panaši revoliucija nekiltų Anglijoje, evoliucijos idėja buvo laikoma skandalingu dalyku. Ir iš tiesų, zoologas profesorius Robertas Grantas (Grant) prarado savo darbą Londono universitete ir mirė skurde tik todėl, kad atvirai rėmė Lamarko pažiūras. 1844 m. pasirodžiusi anoniminė brošiūra apie evoliuciją *Tvėrimo pėdsakai* (p. 19) sukėlė pasipiktinimą. Visa tai skatino Darviną tylėti kiek galima ilgiau. „Tai tarsi prisipažinti padarius žmogžudystę“, rašė jis savo draugui tuo metu, kai jo galvoje tolydžio formavosi evoliucijos teorija. 1858 m., kai gamtininkas Alfredas Volis taip pat iškėlė gamtinės atrankos idėją (p. 36), Darvinas galiausiai buvo priverstas paskelbti savo teoriją.

Čarlsas Darvinas



Teleskopas, naudotas Beagle laive

Darvino kompasas

Vienas iš Darvino sąsiuvinų

KELIONĖS UŽRAŠAI

Plaukdamas *Beagle* laivu Darvinas atidžiai stebėjo gamtos pasaulį. Jis taip pat rašėsi išsamias ir ilgas pastabas apie visa, ką matė, ir daug mąstė apie savo mokslinių stebėjimų prasmę.

Beagle laivas

Nuo 1832 iki 1836 m. Darvinas buvo laivo gamtininkas Didžiosios Britanijos karo laive *Beagle*, kuris plaukė aplink pasaulį. Pietų Amerikoje, o ypač Galapagų salose, jis pastebėjo daug gluminančių tenykščiams augalams ir gyvūnams būdingų požymių. Vėliau jis suprato, kad šie požymiai atsirado evoliucijos dėka.

SAMPROTAVIMAI LAIVE

Kelionės *Beagle* laivu pradžioje Darvinas nebuvo evolucionistas, nebuvo juo ir sugrįžęs. Tačiau per sekančius penkerius metus jo galvoje susiformavo evoliucijos idėja. Jis niekada dogmatiškai nesilaikė savo teorijos teiginių, bet gerai apsvarstydavo visas savo priešininkų pažiūras. Vėliau ši nuostata padėjo Darvinui įgyti kai kurių didžiausių to meto gamtininkų paramą – net ir tų, kurie anksčiau evoliuciją buvo atmetę.

IŠLIPUS Į KRANTĄ

Į kelionę Darvinas su savimi pasiėmė naują Čarlsio Lajelio knygą *Geologijos pagrindai*, kurioje Lajelis teigė, kad geologinės Žemės savybės galima paaiškinti lėtai veikiančiomis jėgomis, kurios vis dar pasireiškia, tokiais kaip nuosėdų nugulimas. Darvinas daug laiko praleido krante ir jo geologiniai stebėjimai patvirtino Lajelio teoriją, teigiančią, jog Žemė yra labai sena.



Ugnies Žemės gyventojai sutinka *Beagle*



Didis gamtininkas

Prieš kelionę *Beagle* laivu Darvinas studijavo Kembridžo universitete ir rengėsi tapti dvasininku. Universitete jis aistringai susidomėjo gamtos istorija. Šis susidomėjimas pakeitė visą jo gyvenimą.

ERAZMAS DARVINAS

Čarlsio senelis, Erazmas Darvinas (1731–1802), buvo gydytojas, poetas ir botanikas. Jis taip pat bičiuliavosi su mokslininkais ir pramonininkais, tokiais kaip Džozefas Pristlis (Priestley) ir Džosaja Vedžvudas (Wedgwood), kurie suabejojo tradicinėmis sampratomis ir buvo laikomi pavojingais. Dar prieš Lamarką (p. 12), jis rašė knygas, kuriose reiškė evoliucijos idėjas. Kita Darvino šeimos karta, visuomenėje siekusi didesnės pagarbos, beveik visiškai ignoravo Erazmo knygas.



Erazmas Darvinas

Dramblio kaulo rankena

Įtaisyta adata, naudota žiedams perkirti

Didinamasis stiklas

Lėšis

Drugio sparnas

Žiedams perkirti naudotos žirkės



Kolekcionavimo dėžutės, vabalas ir mikroskopo objektinis stiklėlis iš Dauno



DUOMENŲ RINKIMAS

Savo namuose Daune (Downe House) Darvinas šiltnamiuose auginė daug augalų. Jis ypač domėjosi laipiojančiais, vijokliniais be vabzdžiaėdžiais augalais ir orchidėjomis. Darvinas perkirpdavo orchidėjų žiedus ir padarė keletą įdomių atradimų apie tai, kaip jie apdulkinami. Kiti gamtininkai atsiųsdavo jam sėklų arba augalų. Kai kurie sėklų pakeliai išliko iki šių dienų (dešinėje). Darvino darbai būtų išgarsinę jį kaip didį biologą, net jeigu jis ir nebūtų parašęs *Rūšių atsiradimo*.



Darvino vabalų kolekcijos dalis

VABALŲ MANIJA

Studijų metais Kembridže Darvinas buvo aistringas vabalų kolekcininkas. Čia tik dalis jo didžiulės kolekcijos. Praktinė gamtininko patirtis Darvinui labai praverė. Diskusijose apie augalus ir gyvūnus jis galėjo remtis savo žiniomis.

VISKAS APIE SLIEKUS

Parašęs *Rūšių atsiradimą* Darvinas toliau tęsė savo gamtininko darbą. Jis jautė, kad detalai tirti gyvus organizmus lygiai taip pat svarbu, kaip ir kurti svarbias teorijas. Viena iš jo vėlesnių knygų buvo skirta sliekams, o tai aiškiai glumino šios karikatūros autorių.



Karikatūra iš humoro žurnalo Punch



Darvinui atsiųstas sėklų pakelis

Sėklos



BENDRAMINTIS

Konstantinas Rafineskas buvo ekscentriškas amerikiečių gamtininkas, pastebėjęs evoliucijos vyksmą.

vyksmas buvo toks aiškus, kad tą jau buvo pastebėję ir kiti gamtininkai, tarp jų ir Rafineskas (Rafinesque), kuris 1836 m. rašė: „Visos rūšys kažkada galėjo būti varietetais, o daugelis varietetų pamažu virsta rūšimis“. Tokios atsitiktinės gamtininkų pastabos nebuvo labai svarbios, tačiau ignoruoti Darviną buvo sunkiau, nes jis pateikė daugybę duomenų. Vienas svarbus įrodymas buvo tas, kad visų žinduolių galūnėms būdinga ta pati pagrindinė kaulų struktūra. Tokie panašumai rodo, kad jie visi turėjo būti kilę iš bendro protėvio.

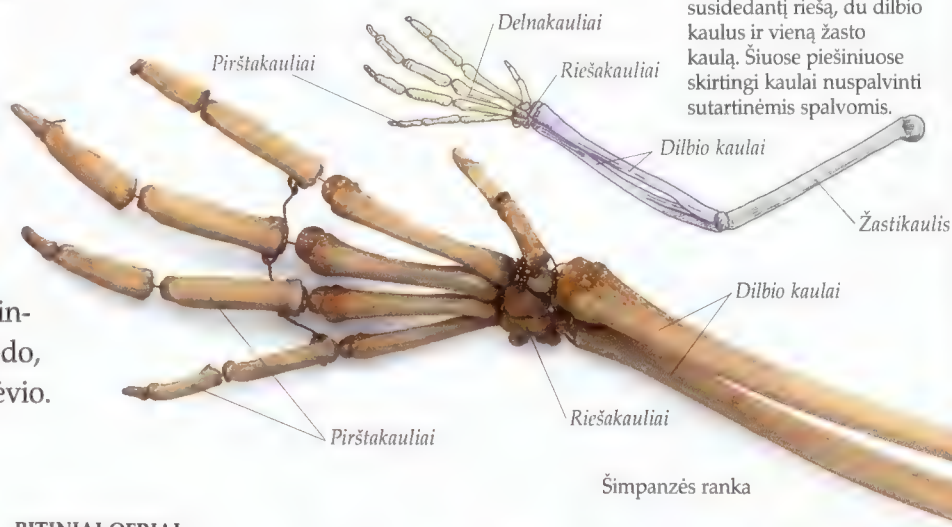
Gyvieji įrodymai

DARVINAS SAU IŠKĖLĖ du svarbiausius uždavinius. Pirmasis buvo išaiškinti evoliucijos mechanizmą. Jo nuomone, šis mechanizmas buvo gamtinė atranka (p. 36), kuri ir šiandien pripažįstama kaip svarbiausia evoliucijos varomoji jėga. Antrasis jo uždavinys buvo surinkti pakankamai įrodymų, kad galėtų įtikinti visuomenę, jog vyksta evoliucija. Dalį įrodymų pateikė fosilijos (p. 26) ir augalų bei gyvūnų pasiskirstymas (p. 24). Lygiai tokie pat svarbūs buvo įrodymai, gauti iš egzistuojančių gyvūnų. Evoliucijos



ŠIMPANZĖS RANKA

Šimpanzės ranka ir plaštaka artima pagrindinei stuburinių galūnės struktūrai: turi penkis pirštus, penkis delnakaulius, iš mažų kaulėlių susidedantį riešą, du dilbio kaulus ir vieną žastikaulį. Šiuose piešiniuose skirtingi kaulai nuspalvinti sutartinėmis spalvomis.



BITINIAI OFRIAI

Šie bitiniai ofriai atrodo nepaprastai panašūs, tačiau negali tarp savęs kryžmintis, todėl kiekvienas iš jų priskiriamas atskirai rūšiai. Kiekvieną rūšį apdulkina skirtingi vabzdžiai ir tai veikia kaip

izoliuojantis mechanizmas (p. 41). Ir Darvinas, ir Rafineskas buvo nustebinti labai panašių rūšių grupių, kaip šios orchidėjos. Atrodė akivaizdu, kad jos turėjo būti išsivysčiusios iš vienos rūšies protėvių. Šis protėvis tikriausiai pirma davė pradžią keliems varietetams arba porūšiams (p. 13).

vabzdžiai ir tai veikia kaip izoliuojantis mechanizmas (p. 41). Ir Darvinas, ir Rafineskas buvo nustebinti labai panašių rūšių grupių, kaip šios orchidėjos. Atrodė akivaizdu, kad jos turėjo būti išsivysčiusios iš vienos rūšies protėvių. Šis protėvis tikriausiai pirma davė pradžią keliems varietetams arba porūšiams (p. 13).

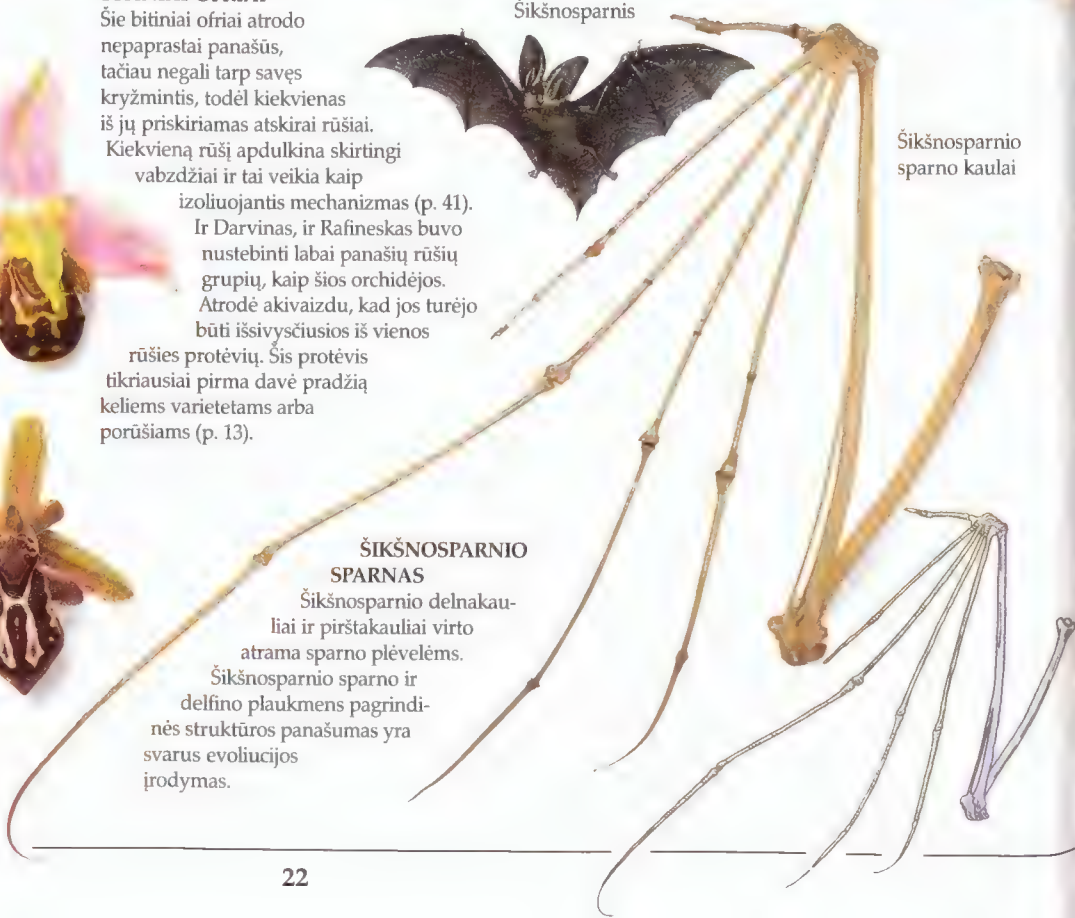
ŠIKŠNOSPARNIS



Šikšnosparnio sparno kaulai

ŠIKŠNOSPARNIO SPARNAS

Šikšnosparnio delnakauliai ir pirštakauliai virto atrama sparno plėvelėms. Šikšnosparnio sparno ir delfino plaukmenys pagrindinės struktūros panašumas yra svarus evoliucijos įrodymas.



Pelėdos sparno kaulai

Dilbio kaulai

Pelėda

PELĖDOS SPARNAS

Kaip ir visi paukščiai, pelėda neteko dviejų iš penkių pirštų. Du iš likusiųjų trijų pirštų gale yra susilieję. Nepaisant šio skirtumo pagrindinis paukščių sparno planas yra toks pat, kaip ir visų sausumos stuburinių (žinduolių, paukščių, roplių ir varliagyvių).

Šarvuotis



ŠARVUOČIO PRIEKINĖ GALŪNĖ

Šarvuotis yra rausiantis gyvūnas, kaip ir kermis, todėl jo priekinė koja trumpa ir stipri, kad suteiktų rausimui reikalingos jėgos. Vienas iš dilbio kaulų yra išsikišęs už alkūnės ir sukuria stiprų svertą, prie kurio prisitvirtina raumenys.

Žastikaulis

Šarvuočio priekinė galūnė

Delnakaulis

Pirštakauliai

Du pirštai

Arklio kojos apatinės dalies kaulai

Arklys

ARKLIO KOJA

Arklio kūno sandara iliustruoja didžiulius pagrindinės struktūros pokyčius. Greitam bėgimui kojos turi būti ilgos, bet stiprios. Arklio kojų kaulai pailgėjo, tačiau kojos negalėjo pasidaryti dar ilgesnės neprarasdamos jėgos. Todėl delnakauliai ir pirštakauliai užaugo ilgesni ir, kad būtų įgauta jėgos, keturi pirštai sunyko, o vidurinis yra labai storas, su kanopa gale.

Delnakaulis

Du rudimentiniai delnakauliai

Delfino plaukmens kaulai

Dvipirščio tinginio priekinė galūnė

Dvipirštis tinginys

Žastikaulis

DELFINO PLAUKMUO

Delfinas yra jūrinis žinduolis ir jo delnakauliai pasidarė labai trumpi ir stiprūs, nes jam reikia ne kojų, o plaukmenų. Pirštakauliai yra plačiai išskęsti, kad paremtų plaukmenį. Delfino užpakalinių galūnių kaulai beveik visiškai sunykę.

Mentė

Dilbio kaulai

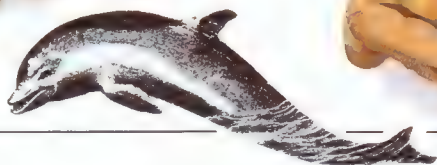
Pirštakauliai

DVIPIRŠTIS TINGINYS

Kaip matyti iš pavadinimo, šio tinginio priekinė galūnė turi tik du pirštus, o kiti trys yra sunykę. Didžiąją laiko dalį tinginys praleidžia kybojamas aukštyn kojomis, todėl jam reikia tik dviejų stiprių paprastų pirštų su nagais.

Trumpi stiprūs pirštakauliai

Delfinas





AUGALŲ MEDŽIOTOJAS
Botanikas Džozefas Hukeris (Hooker; 1817–1911) ieškojo naujų augalų Himalajuose ir Naujojoje Zelandijoje. Jis buvo Kjų Karališkojo Botanikos sodo netoli Londono direktorius. Jis buvo geras Darvino draugas bei kolega ir daug jam papasakojo apie augalų paplitimą.

Gyvūnų ir augalų pasiskirstymas

DARVINO LAIKMEČIU vyravo pažiūra, kad kiekvieną rūšį, geriausiai atitinkančią tam tikros vietos sąlygas, sukūrė Dievas. Ši „specialaus sukūrimo“ teorija, kaip išaiškino Darvinas, turėjo daug silpnų vietų. Australijoje iš Europos įvežti gyvūnai užplūdo šalį išnaikindami kai kuriuos vietinius žinduolius. Jeigu Australijos gyvūnai buvo tikrai tinkami Australijai, tada kaip galėjo tai atsitikti? Darvinas parodė, kad migracija ir evoliucija gali kur kas geriau paaiškinti būdingų gyvūnų pasiskirstymą. Svarbi jo argumentų dalis buvo salos. Žaliojo kyšulio salų gyvūnai iš esmės yra tokie patys kaip ir Afrikos, o Galapagų salų – kaip Pietų Amerikos. Kadangi šioms dviem salų grupėms būdingos beveik vienodos sąlygos, tai kodėl Kūrėjas nesukūrė joms panašių gyvūnų? Darvinas iškėlė mintį, kad augalai ir gyvūnai atkeliavo iš artimiausio žemyno. Vėliau iš kai kurių iš jų išsivystė unikalios rūšys.



Stora kaulinė plokštelė iš išorinės gliptodonto dangos

ŠARVUOTAS PROTĖVIS

Būdamas Pietų Amerikoje Darvinas aptiko gliptodonto (*Glyptodon*) – priešistorinio milžiniško šarvuoto gyvūno – liekanų. Jis suprato, kad šis gyvūnas buvo panašus į Pietų Amerikoje gyvenančius šarvuočius. Tokių praeities ir dabarties gyvūnų siejančių įrodymų taip pat buvo pastebėta Australijoje. Šie duomenys taip pat parėmė evoliucijos idėją.

Iškastinė gliptodonto kaukolė

Gliptodantas



KADAISE SALOJE

Dabartinis šarvuotis – tik vienas iš daugelio neįprastų Pietų Amerikos žinduolių. Jeigu gyvūnai ir augalai galėtų laisvai persikelti, tai visur turėtų būti maždaug tokios pačios rūšys, bet iš tikrųjų migracijai trukdo daug užtvarų, tokios kaip vandenynai, dykumos ir kalnagūbriai. Milijonus metų Pietų Amerika buvo sala ir per tą laiką ten išsirutuliojo daug unikalių žinduolių.

Dabartinis šarvuotis



Išdžiūvēs
dumblas

Anties
letena

lš dumblo
ima kaltis
daigai

Neskraidantis kivi
aptinkamas tik Naujojoje
Zelandijoje; tik čia gyvena
ir jau išnyko milžiniški
neskraidantieji paukščiai
moa. Moa ir kiviai išsivystė
iš skraidančiųjų paukščių,
kurie apsigyveno Naujosios
Zelandijos salose prieš
milijonus metų.

Kadangi Naujojoje Zelandijoje nėra pelių, čia išsivystė didieji krūmų svirpliai, arba vetos, užpildžiusios tą nišą, kurią kitur užima pelės. Žinduoliams yra sunkiau įveikti vandenynus negu paukščiams, ropliams ar vabzdžiams.

Kaip į salą galėjo patekti augalai? Šis klausimas Darvinui buvo labai svarbus. Jis įsivaizdavo, kad vandens paukščiai, kurie skrenda didelius atstumus ir ilsisi salose, galėjo pernešti augalų sėklas. Darvinas nugrandė nuo paukščių letenų sauso dumblo ir sudrėkino jį vandeniu – kaip jis ir tikėjosi, prasiklė daigai.

Darvino apsilankymas Galapagų salose suteikė jam keletą puikių pavyzdžių. Šių salų gyvūnai panašūs į Pietų Amerikos gyvūnus, tačiau nemažai rūšių buvo būdingos tik Galapagų saloms.

Galapagu salų žemėlapis iš
Darvino knygos *Gamtininko
kelionė aplink pasaulį*

Galapagu
kikiliai

Galapagų salos yra maždaug 1300 km nuo Pietų Amerikos. Visi Galapagų kikiliai tikriausiai kilo iš nedidelio iš žemyno skridusio pulko, kuris buvo vėjo nublokštas į šalį ir pasiekė salas prieš milijonus metų.

Naujoji
Zelandija

Moa

Kivis

Veta
(natūralaus
dydžio)

Moa išmirė palyginti neseniai
dėl besaikės medžioklės. Jų
nesuirusių liekanų (ne fosilijų) vis
dar kartais randama urvuose.
Čia matome šio milžiniško
paukščio leteną.

Galapagų kikičiai yra aiškiai
giminingi vienam Pietų
Amerikos kikilių tipui.
Kiekvienai iš 13 rūšių
būdingas skirtingos formos
snapas. Jų snapai
pritaikyti įvairiam
maistui, nuo vabzdžių
iki sėklų.

Hennis Beitsas (Bates; 1825–1892) buvo vienas iš daugelio gamtininkų, kurie pirmieji tyrė nuošaliausias pasaulio vietas. Jis pateikė Darvinui duomenų apie Amazonės drėgnuosiuose miškuose paplitusius augalus ir gyvūnus.



Iškastiniai įrodymai



VIDAUS SANDARA

Perpjovus amonitą
pusiau gerai matyti jo
sudėtingos ertmės.

NORĖDAMAS GAUTI ĮRODYMŲ apie evoliucijos vyksmą Darvinas kruopščiai tyrė fosilinius duomenis. Jis nerado jokių šią idėją paneigiančių, tačiau aptiko daug ją patvirtinančių įrodymų. Fosilijos, žinoma, negalėjo atskleisti viso praeities vaizdo. Fosilinių duomenų spragos vis dar tiriamos ir šiandien (p. 46). Tiriant fosilinius duomenis bene įdomiausi yra iškastiniai į žinduolius panašūs ropliai. Jie atsirado maždaug prieš 300 milijonų metų ir tapo didele, labai įvairia grupe. Iš vieno dinosauro eroje pamažu išsirutuliojo žinduoliai. Rastos fosilijos sudaro užbaigtą seką nuo roplių iki žinduolių, be jokių didesnių pertrūkių. Yra ir daugiau fosilijų serijų, rodančių

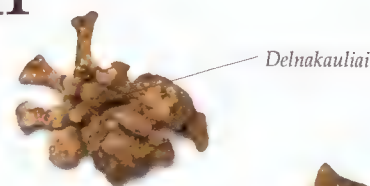
panašius laipsniškus pokyčius. Darvinas manė, kad gali paaiškinti pertrūkius kitose turimų fosilijų dalyse, tačiau jam nedavė ramybės, regis, staigus gyvūnijos atsiradimas Žemėje maždaug prieš 570 milijonų metų, vadinamajame kambro periode (p. 60).

BEVEIK ŽINDUOLIS

Tai vadinamojo *Procynosuchus*, į žinduolius panašaus roplio, žinomo kaip cinodontas, iškastiniai griaučiai. Jis priklausė tiems cinodontams, iš kurių išsivystė tikrieji žinduoliai, todėl jam būdinga daugiau žinduoliškų bruožų, negu jo pirmtakams.

Kambro sproginimas

Darvino atsakymas į staigaus gyvybės atsiradimo kambro periode priežastis („kambro sproginimą“) buvo prielaida, kad ištyrus daugiau prekambro uolienų jose bus aptikta fosilijų. Taip iš tikrųjų ir įvyko, tačiau radinius sudaro daugiausia iškastinės bakterijos, kurios pernelyg paprastos, kad galėtų būti tiesioginiai kambro gyvūnų protėviai. Vieninteliai didesni prekambro organizmai yra priskiriami vadinamajai Ediakaros faunai (p. 47), bet jie nelabai panašūs į vėlesnius organizmus ir tikriausiai visiškai išmirė. Kol kas nerasta jokių konkrečių kambro periodo gyvūnų protėvių.



Delnakauliai



Dilbio kaulų fragmentai



Žastikaulis

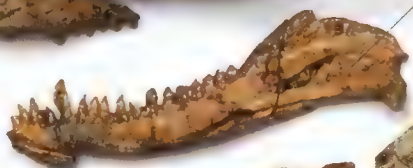
Pečių lanko dalis

Šonkauliai

Sinapsinė anga, randama tik žinduoliuose ir į žinduolius panašiuose ropliuose



Apatinis žandikaulis



Pečių lanko dalys

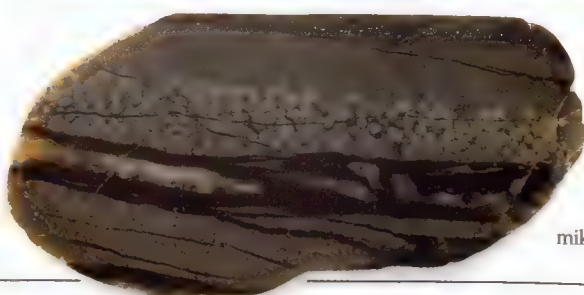


ĮVAIRIOS GYVYBĖS FORMOS

Visi šie uolienų luitai – iš kambro periodo. Juose yra labai įvairių kiautuotų gyvūnų liekanų – jūrinių moliuskų (toliau kairėje), kelių rūšių trilobitų (viduryje) ir *Ridersia* vadinamo gyvūno. Jų atsiradimas fosiliniuose radiniuose labai staigus ir tiesioginiai jų protėviai dar lieka paslaptimi.

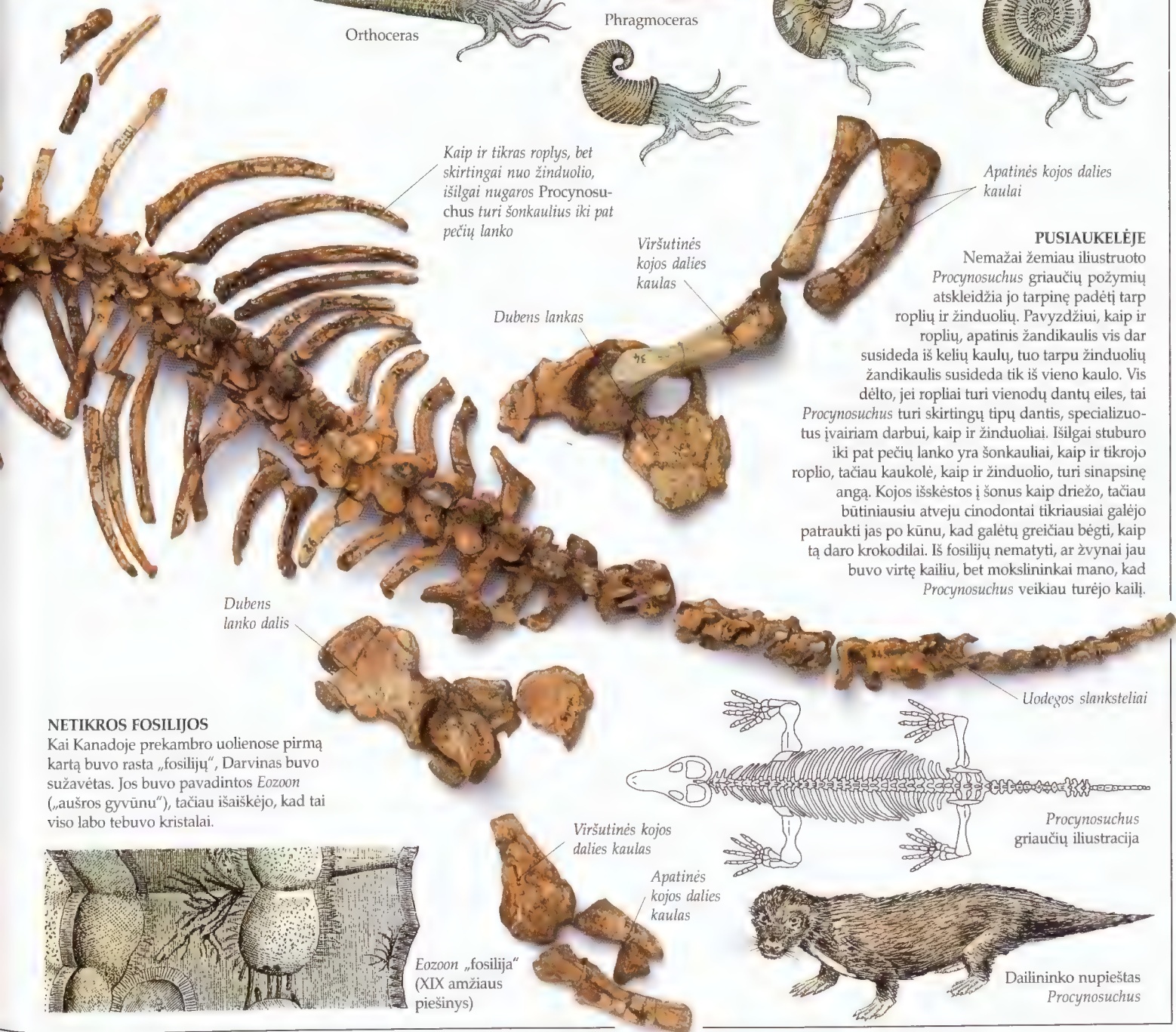
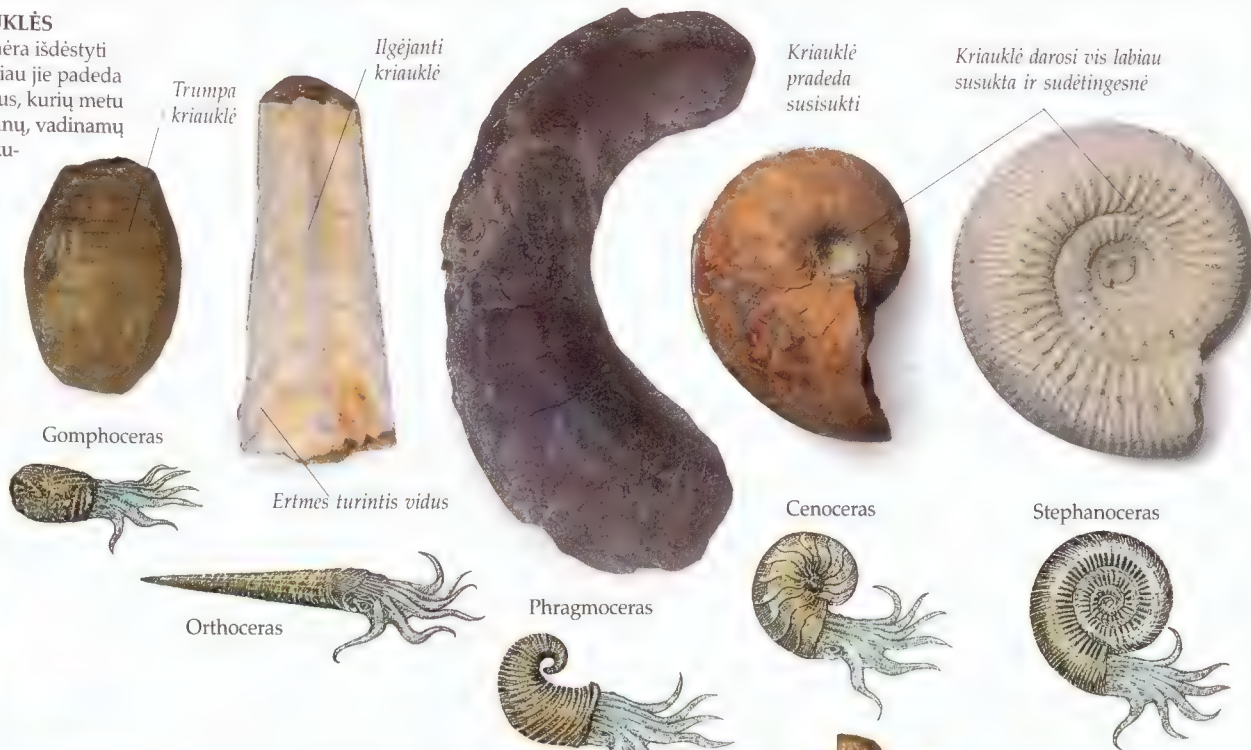
SENOVINĖS LAŠTELĖS

Apskritimai ant šios prekambro uolienos yra suakmenėjusios melsvabakterių, arba melsvadžūnų, kolonijos. Norėdami patikrinti, ar tai buvo gyvi padarai, mokslininkai dabar gali panaudoti uolienos cheminę analizę. Šis būdas dar buvo neprieinamas tiriant *Eozoon* (žr. dešinėje). Pasitelkus skenuojamąjį elektroninį mikroskopą galima pamatyti net jų sandaros detales.



SUSISUKUSIOS KRIAUKLĖS

Šie iškastiniai nautilidai nėra išdėstyti pagal vystymosi seką, tačiau jie padeda nustatyti evoliucijos etapus, kurių metu susiformavo jūrinių gyvūnų, vadinamų amonitais, spirale susisukusios kriauklės (toliau kairėje). Ankstyviausioje stadijoje atsirado kriauklė, padalyta į ertmes, kurių dauguma buvo pripildytos oro ir veikė kaip plūdė. Ši plūdė pasirodė esanti naudinga, bet išsivysčius didesnėms rūšims moliuskams būtų sunku plaukiant vairuoti ilgą plūduriuojančią kriauklę. Ši problema buvo išspręsta kriauklei susisukus spirale.

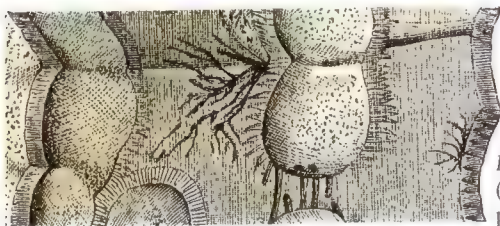


PUSIAUKELĖJE

Nemažai žemiau iliustruoto *Procynosuchus* griaučių požymių atskleidžia jo tarpinę padėtį tarp roplių ir žinduolių. Pavyzdžiui, kaip ir roplių, apatinis žandikaulis vis dar susideda iš kelių kaulų, tuo tarpu žinduolių žandikaulis susideda tik iš vieno kaulo. Vis dėlto, jei ropliai turi vienodų dantų eilę, tai *Procynosuchus* turi skirtingų tipų dantis, specializuotus įvairiam darbui, kaip ir žinduoliai. Išilgai stuburo iki pat pečių lanko yra šonkauliai, kaip ir tikrojo roplio, tačiau kaukolė, kaip ir žinduolio, turi sinapsinę angą. Kojos išskėstos į šonus kaip driežo, tačiau būtiniausiai atveju cinodontai tikriausiai galėjo patraukti jas po kūnu, kad galėtų greičiau bėgti, kaip tą daro krokodilai. Iš fosilijų nematyti, ar žvynai jau buvo virtę kailiu, bet mokslininkai mano, kad *Procynosuchus* veikiau turėjo kailį.

NETIKROS FOSILIJOS

Kai Kanadoje prekambro uolienose pirmą kartą buvo rasta „fosilijų“, Darvinas buvo sužavėtas. Jos buvo pavadintos *Eozoon* („aušros gyvūnu“), tačiau išaiškėjo, kad tai viso labo tebuvo kristalai.



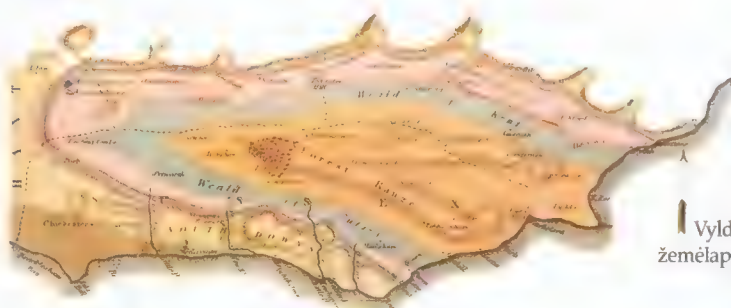
Eozoon „fosilija“ (XIX amžiaus piešinys)



LĖTAI VEIKIANČIOS JĖGOS
Čarlso Lajelio (Lyell; 1797–1875) suformuluotos geologinės teorijos buvo atsakas Kiuvjė katastrofų teorijai (p. 16). Lajelis aiškino geologinius procesus remdamasis vien tik dabar veikiančiomis jėgomis, o ne pasikliaudamas seniai įvykusiomis ir neišsivaizduojamomis katastrofomis, kaip kad Kiuvjė. Kadangi dabartinės jėgos pasireiškia labai lėtai, Žemė turi būti be galo sena, teigė Lajelis.

Žemės amžius

IŠNAGRINĖJES FOSILIJŲ (p. 26) ir gyvų organizmų (p. 22 ir 24) duomenis Darvinas įsitikino, kad evoliucija iš tikrųjų vyksta. Tuo pačiu metu jis klausė savęs, *kaip* ji galėjo vykti. 1838 m. jis suformulavo gamtinės atrankos teoriją (p. 36). Akivaizdus gamtinės atrankos bruožas yra tas, kad ji negali veikti greitai, nes yra ne tikslinga, o veikiau atsitiktinė. Darvinas žinojo, kad evoliucijai vykti gamtinės atrankos būdu reikia labai daug laiko, nes Čarlso Lajelio *Geologijos pagrindai* jį įtikino, jog Žemė yra daugelio šimtų milijonų metų senumo. Nuo Lajelio laikų geologiniai tyrimai patvirtino jo pagrindines mintis ir Lajelis laikomas šiuolaikinės geologijos pradininku. Tačiau 1866 m. fizikas Viljamas Tomsonas užsipuolė ir Lajelį, ir Darviną teigdamas, kad Žemės amžius yra daugiausia 100 milijonų metų. Jo skaičiavimai buvo paremti Žemės šilumos išeikvojimo tempais, dabartine išorinės plutos temperatūra ir prielaida, kad pradžioje ji buvo ištirpusi. Darvinas tai pavadino „viena iš savo skaudžiausių bėdų“ ir vėlesniuose *Rūšių atsiradimo* leidimuose sumenkino gamtinės atrankos reikšmę pabrėždamas kitus galimus mechanizmus, kurie, jo nuomone, veiktų greičiau. Tomsono esminė klaida išaiškėjo tik 1904 m.



Vyldo geologinis žemėlapis, sudarytas XIX amžiuje



Vyldo skerspjūvis

VYLDO AMŽIUS

Domėjimasis Žemės amžiumi ir kaip jis gali būti apskaičiuotas paskatino Darviną atlikti kelis eksperimentus ir apskaičiavimus. Pietų Anglijos sritis, kurioje jis gyveno, vadinama Vyldu. Ji susidarė iš nuosėdų sluoksnių, kurie susiklostė po jūra, vėliau buvo iškelti aukštyrų kalnų pavidalu, o paskui sudūlėjo. Darvinas pabandė nustatyti Vyldo amžių apskaičiuodamas jo pradinį aukštį ir erozijos tempus. Jo nustatyti tempai buvo per lėti, o 300 milijonų metų data – gerokai klaidinga. Vyldo amžius tėra 20–30 milijonų metų.

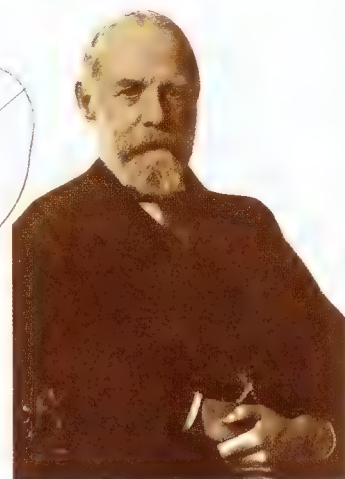


Akmuo, įrengtas prie Darvino namų Daune

SMENGANTIS AKMUO

Darvino domėjimasis laiku ir kaip jis keitė Žemę įgavo naują posūkį, kai jis ėmė tirti sliekus (p. 21). Darvinas manė, kad dėl sliekų veiklos dirvožemyje pastatai iš lėto susmęgs į žemę. Norėdamas išmatuoti smigimo greitį jis padėjo vejoje prie namų girnų, o šis specialus prietaisas buvo sukurtas matuoti, kaip giliai per metus nugrimzdavo girnų akmuo.





Elektros
tiekimas

NETEISINGAS ATSAKYMAS

Radioaktyvioji spinduliuotė
buvo atrasta 1896 m., o

1903 m. Pjeras Kiuri
(Curie) išaiškino, kad
radžio druskos nuolat išskiria
šilumą, įkaitindamos Žemės
plutą. Tomsonas to nežinojo ir
visiškai neteisingai apskaičiavo
Žemės amžių. Tačiau jis pareiškė
arogantišką mintį, kad fizika
yra pranašesnis mokslas už
geologiją ir biologiją. Taigi,
manė jis, vienas jo
apskaičiavimas gali
būti viršesnis už
visus įrodymus,
surinktus
Lajelio ir
Darvino.

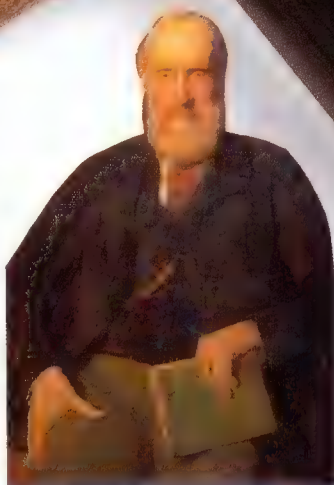


SŪNUS ASTRONOMAS

Džordžas Darvinas
(Darwin; 1845–1913),
vienas iš dešimties Čarlsio
vaikų, buvo matematikas ir
astronomas. Paprašytas tėvo
patikrinti Tomsono Žemės amžiaus
apskaičiavimus jis priėjo išvadą, kad
matematiškai jie buvo teisingi. Vėliau Džordžas
Darvinas buvo tarp pirmųjų, pripažinusių, kad
radioaktyvumas nuolat šildo Žemės plutą, dėl to
Tomsono apskaičiavimai tapo bereikšmiai.

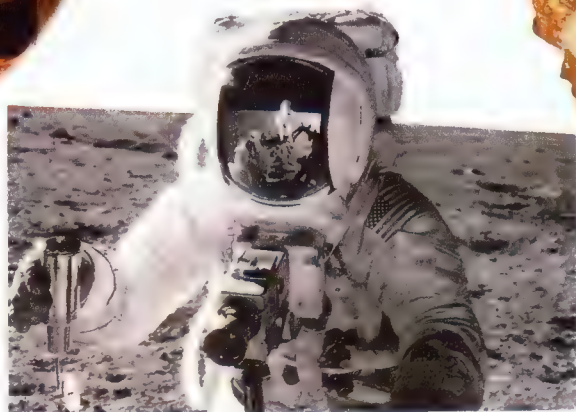
LORDAS KELVINAS

Viljamas Tomsonas (Thomson;
1824–1907) buvo britų fizikas,
vėliau tapęs lordu Kelvinu. Jis ir
jo šalininkai turėjo kai kurių
religinių motyvų užsipulti
Darviną. Kaip ir daugeliui kitų
žmonių, jiems nepatiko tas
faktas, kad gamtinėje atrankoje
nepasireiškė tikslas ar kryptis.



RADIOMETRINIS DATAVIMAS

Uolienose esantys radioaktyvieji
elementai dabar leidžia tiksliai nustatyti
uolinių amžių. Kiekvienas radioakty-
vusis elementas skyla pastoviu greičiu
ir visada sudaro tą patį produktą.
Pavyzdžiui, kalis 40, randamas
vulkaninėse uolienose, skildamas
sukuria argoną 40. Kuo senesnė
uoliena, tuo daugiau joje argono 40.
Pirmaprades Žemės uolienas labai
seniai suardė vėjas ir lietus, tačiau
pagal seniausių uolinių amžių
(3,9 milijardo metų) ir apytikriai
apskaičiuodami erozijos tempą
geologai nustatė, kad Žemės amžius
yra 4,5 milijardo metų.



MĖNULIO UOLIENOS

Iš Mėnulio atgabenti uolinių
pavyzdžiai geologams
pasirodė naudingi. Mėnulis ir
Žemė susiformavo tuo pačiu
metu, bet kadangi Mėnulyje
nėra atmosferos, jame
nevyksta erozija. Kaip ir buvo
tikėtasi, geologų apskaičiavi-
mai parodė, kad Mėnulio
uolinių amžius – 4,5
milijardo metų.



PATVIRTINTAS AMŽIUS

Meteoritai susiformavo tuo pačiu metu, kaip ir
Žemė. Radiometrinis datavimas rodo, kad jiems yra 4,5
milijardo metų. Tiek Mėnulio uolinių, tiek meteoritų amžius
patvirtino Žemės amžių, kurį apskaičiavo šiuolaikiniai geologai.



NEĮMANOMAS AUGALAS
Kol kas dar niekam nepavyko
išvesti kopūsto, kuris užaugtų
sulig medžiu.

Dirbtinė atranka

IEŠKODAMAS EVOLIUCIJOS ĮRODYMŲ Darvinas atkreipė dėmesį ir į naminius gyvulius bei kultūrinius augalus. Jo laikmečiu buvo padaryta didelė pažanga dirbtinės atrankos, arba atrankinio veisimo būdu išvedant naujas augalų ir gyvulių atmainas.

Buvo parenkami tie individai, kurie pasižymi norimomis savybėmis ir veisiama tik iš jų, atsisakant likusiųjų. Žinodamas mastą, kuriuo tam tikros augalų ir gyvulių rūšys buvo pagerintos per ankstesnius 50 metų, Darvinas įrodinėjo, kad per tūkstančius metų galimi kur kas

didesni pokyčiai. Tai leido jam spėti, kad, pavyzdžiui, visos avių veislės yra kilusios iš vieno protėvio. Kiti gamtininkai su tuo nesutiko – jie manė, kad kiekviena veislė turėjo būti kilusi iš skirtingų laukinių rūšių. Vienas gamtininkas netgi iškėlė mintį, kad kadaise Didžiojoje Britanijoje buvo *vienuolika* laukinių avių rūšių, kurių niekur kitur pasaulyje nėra. Darvinas nurodė, kaip tai nepanašu į tiesą, nes visi Britanijoje paplitę žinduoliai aptinkami ir Europoje. Vėlesni įrodymai patvirtino, kad Darvinas buvo teisus: visos skirtingos avių veislės buvo iš tiesų išvestos atrankinio veisimo būdu tik iš vieno protėvio. Tą patį galima pasakyti ir apie kitus prijaukintus gyvūnus, pavyzdžiui, karves, šunis ir arklius.

UOLINIS KARVELIS
Šis laukinis paukštis yra naminių karvelių protėvis. Iš jo yra kilusios visos skirtingos nelaisvėje laikomos karvelių veislės.



DARVINO POMĖGIS

Be arklio, Darvinas dar laikė triušius, vištas, antis ir karvelius. Jis kryžmino skirtingų veislių karvelius ir jį stebino tai, kad jaunikliai dažnai būdavo tų pačių spalvų, kaip ir uolinis karvelis, net jeigu nei vienam iš tėvų jos nebuvo būdingos. Darvinas suvokė, kad uolinis karvelis turėjo būti visų jų protėvis.



KARVELIŲ VEISLĖS

Čia matome kelias iš daugelio skirtingų karvelių veislių, kurias tyrė Darvinas. Jis jautė, kad jeigu tiek daug pokyčių gali pasireikšti atrankinio veisimo metu, tai panašūs pokyčiai turėjo įvykti veikiant vien tik gamtos jėgoms.

SENOVINIAI GALVIJAI

Senovės Egipto kapaviečių sienų paveiksluose vaizduojami įvairiausių veislių galvijai. Kai kurių gamtininkų nuomone, šie paveikslai įrodo, kad kiekviena veislė kilo iš skirtingos rūšies. Šiaip ar taip, visos šios veislės egzistavo jau prieš tūkstančius metų. Darvinas teigė, kad nėra jokios priežasties manyti, jog egiptiečiai buvo pirmieji gyvulių augintojai: veisti atrankos būdu galbūt imta dar anksčiau. Dabar yra daugybė įrodymų, kad ši mintis buvo teisinga.



MILŽINIŠKAS ŠUO

Airių volfhaundas – vienas didžiausių šunų: jo aukštis ties gogu gali būti 1 m. Pats mažiausias šuo, čihuahua, siekia tik 20 cm aukštį. Jų DNR (p. 52) tyrimai parodė, kad visos šunų veislės yra kilusios iš pilkojo vilko.

DIDELIS, DIDESNIS

Augalų selekcininkai, kaip matyti iš šių pomidorų, gali lengvai išvesti mažesnes arba didesnes veisles. Jų protėvis buvo rastas Pietų Amerikoje, o jo mažytis vaisius ne didesnis už raudonąjį serbentą.

BEUODEGĖ KATĖ

Meno katė buvo specialiai išvesta be uodegos. Veisti kates atrankos būdu yra sunkiau negu šunis, nes jos mėgsta naktimis klajoti ir poruotis kaip joms patinka. Daugelis šunų veislių buvo išvesta naudingiems

tikslams, o tai paaiškina, kodėl jie įvairesni už kates.

Meno katė

Airių volfhaundas

PLIKAS ŠUO

Kinų kuoduotasis šuo yra plikas, išskyrus ilgus plaukų kuokštus ant galvos ir uodegos. Selekcininkai gali pakeisti šuns temperamentą, dydį, formą ir spalvą. Jo kailis gali būti ilgas arba trumpas, tiesus arba garbanotas.

Kinų kuoduotasis šuo

KEISTI VAISIAI

Geltoni pomidorai ir raudoni greipfrutai – tik du iš neįprastos spalvos vaisių, kuriuos sukūrė augalų selekcininkai. Darvinas buvo įsitikinęs, kad dirbtinė atranka nurodo būdą, kuriuo galėjo vykti evoliucija – veikiant procesui, kurį jis pavadino gamtine atranka (p. 36).

BESĖKLIAI VAISIAI

Gamtoje vaisiai egzistuoja todėl, kad išplatintų sėklas. Jeigu juose nebūna sėklų, jaunas vaisius paprastai nuvysta ir žūva. Selekcininkams pavyko to išvengti. Jie išvedė tam tikrus vaisius, tarp jų bananus, kai kurias vynuoges bei apelsinus, kurie neturi sėklų.

Didysis pomidoras

Geltonasis pomidoras

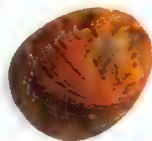
Besėklis apelsinas

Rausvas greipfrutas

Visi kultūriniai bananai sėklų neturi

Besėklės vynuogės

Kintamumas ir paveldimumas



NĖ DVIEJŲ VIENODŲ

Kintamumas gerai matyti iš pajūrio moliusko *Nerites* kriauklės spalvų ir raštų. Ne visada kintamumas esti toks akivaizdus, kaip šiuo atveju. Kriauklės dydžio arba storio pokyčiai gali būti visiškai menki ir nepastebimi, tačiau tai turi įtakos gyvūnų išlikimui. Vidinių savybių tyrimai rodo dar didesnius skirtumus tarp atskirų individų.



Įvairios
Nerites
kriauklės

1837 ČARLSAS DARVINAS jau buvo tikras, kad vyko evoliucija, ir daug mąstė apie jos varomąsias jėgas. Kurį laiką jis manė, kad tai paaiškina Lamarko teorija apie organizmų norą keistis (p. 12), bet netrukus Darvinas pamatė jos silpnąsias vietas. Jis ėmė domėtis viskuo, kas galėjo duoti atsakymą į šį sunkų klausimą, tarp jų ir kultūrinių augalų, naminių gyvulių bei kambarinių gyvūnų veisimu (p. 30). Klausinėdamas selektininkų jis sužinojo, kad šie tarp individų pasirenka nežymius, tačiau jiems svarbius skirtumus. Pavyzdžiui, šunų selektininkas pasirinkdavo kurią nors savybę ir sukryžmindavo ją turinčius du šunis. Iš palikuonių būdavo išsirenkami tie šuniukai, kurie tą pasirinktą savybę paveldėdavo. Kartojant tai per kelias kartas, ši savybė darydavosi vis ryškesnė. Darvinas manė, kad panašus procesas galėjo vykti ir gamtoje, ir pavadino jį gamtine atranka (p. 36). Evoliucijai vykti buvo būtini trys veiksniai: genetinis paveldimumas, kintamumas ir konkurencija. Kad vyko paveldimumas, nebuvo jokios abejonės, tačiau Darvinas iš tikrųjų niekada nesuprato, kaip jis vyksta. Individų kintamumas ir konkurencija, arba kova dėl būvio (p. 34) taip pat buvo akivaizdūs. Konkurencija gamtoje atliko tą patį vaidmenį, kaip ir šunų selektininkas, „atrinkdama“ tam tikrus individus veisimuisi ir atmesdama kitus.

MUTANTINIS KARŠULIS

Ilgagalvis karšulis yra karšulio mutanti-nė forma, turinti ne tiesius, bet išlenktus dyglius ant sėklų galvutės. Mutantai buvo pastebėti XIX amžiuje, tačiau tik XX amžiuje juos ėmė sistemingai tirti genetikai (p. 51). Mutantai atsiranda dėl staigaus DNR pokyčio, arba mutacijos. Šis pokytis atsitinka dėl to, kad dauginantis ląstelėms netiksliai nukopijuojama DNR (p. 53). Mutacijų nediktuoja augalo arba gyvūno poreikiai. Iš tikrųjų dauguma mutacijų yra kenksmingos ir mutantai miršta jauni. Tačiau kai kurios mutacijos būna naudingos ir yra svarbiausias pakitimų, kuriais pasinaudoja gamtinė atranka, šaltinis.



Normalus
karšulis



Ilgagalvis
karšulis



KINTANTIS DRUGYS

Kintamumas yra labai akivaizdus drugio mažojo auksinuko atveju. Priklausomai nuo aplinkybių, vieniems jų gali sektis geriau už kitus. Pavyzdžiui, vėsią vasarą tamsesni drugiai greičiau sušyla saulėje, nes tamsesnės spalvos geriau sugeria šilumą.

Darvinas ir paveldimumas

Didžiausia Darvino problema buvo paveldimumas. Jis buvo klaidingai įsitikinęs, kad įgyti požymiai (p. 13) yra paveldimi. Tačiau skirtingai nuo Lamarko, Darvinas nepadarė to kertiniu savo teorijos akmeniu. Jis manė, kad svarbesni yra atsitiktinis kintamumas ir atranka. Dar didesnę klaidą Darvinas darė manydamas, kad tėvų požymiai susilieja palikuonyse. Jis suprato, kad jeigu paveldimumas iš tiesų susijęs su požymių susiliejimu, tai ši aplinkybė trukdytų vykti evoliucijai gamtinės atrankos būdu, nes jei vienas iš tėvų turėtų naudingą naują požymį, palikuonyje jis susilpnėtų. Nepaisant to, jis negalėjo sugalvoti jokios alternatyvos.



ŠEIMOS BRUOŽAI

Paveldimumas yra akivaizdus daugelyje šeimų. Tačiau neretai vaikai būna panašūs ne į savo tėvus, bet į senelius arba kitus giminaičius. Darviną tas glumino, tačiau vėliau genetikai suprato, kad kalti dėl to yra dominantiniai ir recesyviniai genai (p. 51).



Normalus jauniklis

Jauniklis albinosas

SPALVOS IŠLIKIMAS

Darvinas žinojo, kad sukryžminus albinosę ir normalią peles, spalvos palikuonyse nesusilieja. Jis rado kelis kitus pavyzdžius, tačiau manė, kad tai yra tik keisti atvejai, taisyklės išimtis. Iš tikrųjų taip vyksta dėl paveldimumo ir tą įrodė Mendelis (p. 51).



Normalus
Džungarijos
žiurkėno tėvas

Albinosė
Džungarijos
žiurkėno motina



Kova dėl būvio

DAUGELIS GYVŪNŲ kasmet padeda šimtus kiaušinių. Tik labai mažai iš jų išlieka ir tampa suaugėliais – tai bet kuriam gamtininkui akivaizdus faktas. Poetas Alfredas Tenisonas irgi tai suvokė, kai 1833 m. rašė: „Argi Dievas ir gamta taip nesutaria, kad gamtoje vyksta tokie blogi dalykai? Rūpindamasi visuma, atrodo, ji yra abejinga atskirai gyvybei“. Kitaip negu Tenisonas, dauguma žmonių bevelijo ignoruoti faktus ir matyti gamtą laimingą ir harmoningą – tokią pažiūrą išpopuliarino kunigas Viljamas Peilis (p. 38). Darvinas žinojo, kad labai daug augalų ir gyvūnų žūva, tačiau jam prireikė daugelio metų suvokti, kad ši gyvybės netektis galėjo būti evoliucijos varomoji jėga. Tą suprasti jam padėjo gamtininkas ir dvasininkas kunigas Tomas Maltusas. 1798 m. Maltusas išspausdino darbą *Gyventojų skaičiaus dėsnio tyrimas*, kuriame įrodinėjo, kad visi gyvi organizmai turi tendenciją gausėti kur kas greičiau, negu didėja maisto ištekliai, ir kad žmonių skaičių galima kontroliuoti badavimu ir ligomis. Darvinui šios idėjos buvo gerai žinomos, tačiau Maltuso veikalą jis perskaitė tik 1838 m. Kai tik jį perskaitė, jam akimirksniu kilo mintis apie gamtinę atranką (p. 36), padėdama jam suteikti prasmę visiems ankstesniems stebėjimams. Vis dėlto, Darvinui visą laiką nedavė ramybės „gamtos niokojantys darbai“. Jis guodė save mintimi, kad „gamtos karas nėra nesiliaujantis, kad neįjuntama jokia baimė ir mirtis paprastai būna greita, o stiprieji, sveikieji ir laimingieji išlieka ir dauginasi“.



VARGŠŲ MARINIMAS BADU
Kunigas Tomas Maltusas (Malthus; 1766–1834) buvo malonus žmogus, tačiau jo veikalas paskatino išleisti Didžiojoje Britanijoje naują žiaurų Vargšų įstatymą. Šis įstatymas atimdavo iš vargšų pašalpas, jeigu jie neidavo į kalėjimą panašias vargšų prieglaudas, kur vyrai ir žmonos būdavo atskiriami. Neturtingų žmonių maitinimas, Maltuso nuomone, ilgainiui tik dar labiau padidina skurdą, nes vargšai tada turi daugiau vaikų.



Kiaulpienės žiedas

SĖKMĖ IR IŠLIKIMAS

Vienas kiaulpienės žiedas subrandina dešimtis sėklų. Vėjas nupučia jas šalin ir nėra jokios garantijos, kad jos nusileis į dirvožemį, kuriame galės suklestėti. Dauguma sėklų niekada nesudygsta. Kurios sėklos pateks į gerą vietą, neabejotinai lemia atsitiktinumas. Tačiau toms sėkloms, kurios šioje stadijoje išlieka, prasideda nauja kova: kova dėl drėgmės, šviesos ir erdvės. Šiose varžybose atsitiktinumui tenka mažesnis vaidmuo: daug svarbesnės tampa paties augalo savybės.

Tankiai išsidėsčiusios sėklos

Kiaulpienės galvutė su sausomis sėklomis, pasirengusiomis išsisklaidyti

Kiaulpienės galvutė po to, kai vėjas nupūtė sėklas

Dešimtys sėklų iš vienos galvutės



KOVOJANT DĖL ERDVĖS

Kaip ir dauguma jūrinių paukščių, perėjimo metu smigikai yra lengvai pažeidžiami plėšrūnų, todėl jie peri tik mažose uolėtose salelėse, kur nėra žiurkių ar lapių, kurios sunaikina jų kiaušinius ir jauniklius. Kadangi tinkamų salų nedaug, jos būna perpildytos. Gyvūnų konkurencija dėl perėjimo vietų – dar vienas kovos dėl būvio aspektas.

MEDŽIOTOJAS IR GROBIS

Liesas ir alkanas baltasis lokys persekioja sniege vikrią poliarinę lapę. Viena svarbiausių kovos dėl būvio pusių yra poreikis būti suėstam kitų.



KRUVINAIŠ DANTIMIS IR NAGAIŠ

1833 m., likus ketvirčiui amžiaus iki Darvino veikalo *Rūšių atsiradimas* paskelbimo, poetas Alfredas Tenisonas (Tennyson) parašė poemą *In memoriam (Atminčiai)*. Joje yra įsimintina eilutė: „Gamta kruvinais dantimis ir nagais“. Ši frazė vėliau ėmė simbolizuoti žmonių priešiskumą gamtinės atrankos idėjai. Jie reagavo taip, tarsi Darvinas būtų išgalvojęs kovą dėl būvio, o ne tiesiog ją aprašęs.

Varlytės, išsiruošusios į platųjį pasaulį

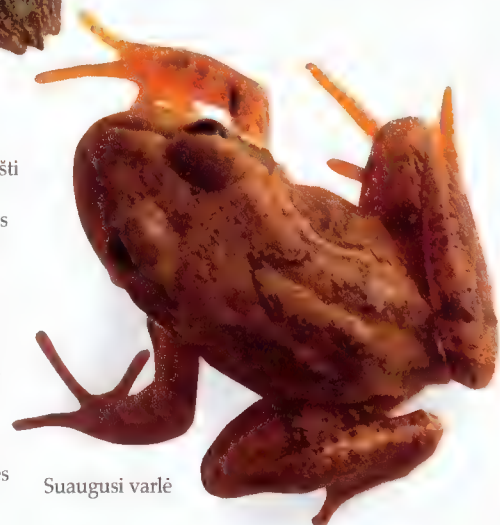
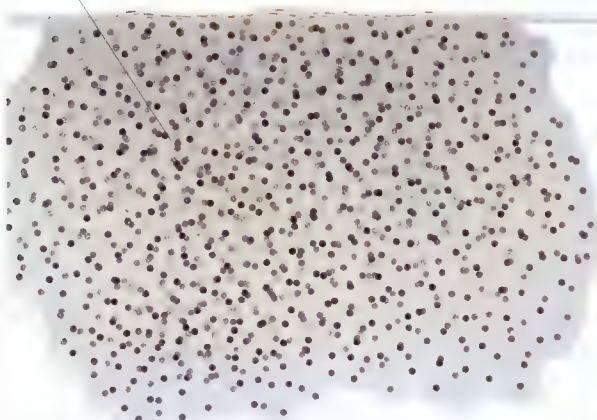
Ikrų

Varlės išneršti ikrų

SKAIČIŲ ŽAIDIMAS

Per vienerius metus varlė gali išneršti kelis šimtus ikrų. Jeigu iš jų visų išsivystytų suaugę individai ir patys turėtų palikuonių, per 10 metų varlės iki kelių užtvindytų pasaulį. Be abejo, dauguma jų žūsta. Dalį ikrų ir buožgalvių prazūdo parazitiniai grybeliai, dalį – plėšrūnai. Iš kelių dešimčių kasmet išlikusių varlyčių veikiausiai tik viena ar dvi išgyvens tiek ilgai, kad galės daugintis.

Suaugusi varlė



Gamtinė atranka



DIDIEJI PROTAI

1858 m. anglų gamtininkas Alfredas Volis (Wallace; 1823–1913) parašė Darvinui iš Malajų salyno, klausdamas jo nuomonės apie trumpą straipsnį, kurį buvo parašęs. Darvino nusivylimui, jame buvo išdėstyta gamtinės atrankos idėja. Volis nežinojo, kad Darvinas šią idėją nagrinėjo jau 20 metų.

KAIP VYKSTA EVOLIUCIJA? Čarlso Darvino atsakymas buvo, kad ji vyksta per gamtinę atranką. Jis suvokė, kad rūšies viduje tarp individų visada yra tam tikrų skirtumų (p. 32), todėl vieni yra šiek tiek didesni, kiti turi storesnį kailį arba truputį ilgesnes kojas. Jis taip pat suprato, kad egzistuoja kova dėl būvimą (p. 34), nes gimsta daugiau individų negu gali išlikti. Tam tikru mastu jų išgyvenimą nulemia atsitiktinumas, bet kartais tai priklauso ir nuo individo savybių. Ilgesnes kojas turintis gyvūnas bėgs greičiau ir šitaip paspruks nuo plėšrūno. Gyvūnas, turintis storesnį kailį, išgyvens šaltą žiemą. Tik išlikę gyvi individai turi galimybę atsivesti jaunikių – štai čia didelę reikšmę turi paveldimumas (p. 33). Jeigu ilgesnės kojos arba storesnis kailis perduodami kai kuriems palikuonims, tai tas naudingas savybes kitoje kartoje jau turi daugiau gyvūnų. Po kelių šimtų kartų šie nežymūs pakitimai gali prisidėti prie didesnio ir pastebimo skirtumo. Darvinas manė, kad šio proceso dėka atsiranda prisitaikymas prie aplinkos (p. 38) ir šitaip, esant pakankamai daug laiko, galėtų atsirasti naujos rūšys.

Gamtinės atrankos idėja gimė Darvinui 1838 m., bet jis dar 20 metų gvildeno šią idėją ir rinko daugiau įrodymų. Jis būgštavo dėl ginčių, kuriuos galėjo sukelti jo teorija ir tas irgi vertė ją atidėlioti jos paskelbimui. Jeigu Alfredas Volis (viršuje kairėje) nebūtų priėjęs panašių išvadų, Darvinas galėjo išvis niekada jos nepaskelbti.



ŽIEMA ŽUDO

Šis erelis, žuvęs nuo šalčio ir bado, visiems laikams neteko galimybės duoti palikuonių. Kitas erelis, turintis tankesnes plunksnas arba geresnius sugebėjimus medžioti, galbūt išgyvens ir pavasarį turės jaunikių.

Drugiai ant šviesios žievės



Pramoninė tarša XIX amžiaus Anglijoje



SLEPIANČIOS SPALVOS

XIX amžiuje šiaurinės Anglijos pramoniniuose rajonuose pasireiškė puikus gamtinės atrankos pavyzdys, nors niekas tuo metu nesuvokė jo svarbos. Drugiai beržiniai šeriasprindžiai dieną ilsisi ant medžių kamienų. Jų blankūs dėmėti sparnai yra nepastebimi kerpių, augančių ant medžių kamienų, fone, ir tai saugo drugius nuo vabzdžiausių paukščių. Nuo taršos kerpės žūva ir augant pramonei medžių žievė pajuodavo nuo suodžių, išmetamų iš fabriko kaminų. Mutacijos būdu (p. 32) atsirado tamsios beržinių šeriasprindžių atmainos, kurios buvo geriau užsimaskavusios negu pradinė forma. Pamažu tamsios formos darėsi vis dažnesnės.

Drugiai ant tamsios žievės



Lytinė atranka

Be gamtinės atrankos, Darvinas nustatė dar vieną svarbų mechanizmą – lytinę atranką. Poravimosi metu gyvūnai yra labai išrankūs partnerio atžvilgiu. Paprastai patelė pasirenka patiną arba patinai kovoja dėl patelių. Tačiau kartais patelėms tenka varžytis dėl patinų arba išsirinkti gali abu partneriai. Sėkmę lemiančios ypatybės yra labai įvairios, nuo fizinės jėgos iki ryškių plunksnų. Savo požymius kitai kartai perduoda tiksliai poruotis pasirinkti gyvūnai.

Povo patino
uodegos
plunksna



KOVA DĖL POROS

Jūrų dramblio patinai kovoja dėl teisės poruotis. Paplūdimiuose, kuriuose jie kasmet veisiasi, teritoriją išsikovoja tik keli patinai. Šie teritorijos savininkai, kurie nuveja šalin varžovus, suburia patelių haremą ir su visomis poruojasi. Tokios lytinės atrankos dėka patinai užauga stambūs ir stiprūs. Patelės yra beveik perpus už juos mažesnės.

Gera maitinamas
augalas turi daug
žiedų, kurie duos
daugiau sėklų ir
daugiau palikuonių

Nuo ko tai prasideda?

Nesunku suprasti, kad dėl gamtinės atrankos gali atsirasti tankesnis kailis arba ilgesnės kojos, tačiau kaip atsiranda visiškai naujas požymis? Kiekvienu atveju turi būti kokia nors savybė, kurią gamtinė atranka galėtų veikti ir pakeisti taip, kad ji taptų nauju požymiu.

ALKANI AUGALAI

Saulašarės lapai pakito ir virto vabzdžių spąstais. Dauguma šio augalo lapų dalį maisto medžiagų gali sugerti tiesiogiai ir tai veikiausiai saulašarės protėviui buvo pradinis postūmis. Jos augo pelkėse, kur dirvožemis skurdus, ir smulkūs vabzdžiai, kurie atsitiktinai nutūpdavo ant jų drėgnų lapų, suteikdavo papildomų mineralinių medžiagų. Vėliau gaktinė atranka teikė pirmenybę tiems augalams kurie gaudavo daugiau šių mineralinių medžiagų. Jeigu atsirasdavo augalas lipnesniais lapais, jam sekdavosi geriau negu kitiems, nes smulkios muselės prilipdavo prie lapų.

Darvinas darė bandymus su saulašarėmis maitindamas vienas mažais mėsos gabalėliais, o kitas palikdamas nemaitintus. Mėsa maitinamos saulašarės augo greičiau, sukrandavo daugiau žiedų ir subrandindavo daugiau sėklų. Jis parodė, kad gebėjimas sugauti ir virškinti vabzdžius būtų savybė, kuriai gamtinė atranka teiktų pirmenybę.

VILIOJANTI UODEGA

Lytinės atrankos procese patinai dažniausiai vilioja pateles. Pavo puikuoja prieš pateles savo uodega ir šios pasirenka gražiausiai atrodantį patiną. Iš pradžių palankumą ryškioms plunksnoms lėmė tai, kad jos rodė, jog patinas sveikas. Todėl plunksnos tolydžio darėsi vis puošnesnės.

Mažai žiedų

Nemaitinamas
augalas

Spartus
augimas

Ant
lapo
dedama
mėsa



Viljamas Peilis
(Paley; 1743–1805)

Prisitaikymo aiškinimai

KURMIAI TURI STIPRIAS, PLAČIAS PRIEKINES LETENAS raustis dirvožemyje. Antys turi plėvėtas kojas, kad galėtų plaukioti. Baltieji lokiai turi labai storą kailį. Bet kuriam gamtinin-
kui aišku, kad visi augalai ir gyvūnai yra puikiai prisitaikę prie klimato ir savo
gyvensenos. Darvinas iškėlė mintį, kad šie prisitaikymo būdai yra gamtinės atrankos
rezultatas. Tačiau tuo metu jau buvo paplitusi populiari teorija apie prisitaikymą,
vadinamoji „gamtos teologija“. Bet kokį prisitaikymą ji aiškino kaip akivaizdų Kūrėjo
darbą. Šios idėjos išsamiausiai buvo išdėstytos anglų dvasininko Viljamo Peilio veikale
Gamtos teologija, arba Dievybės egzistavimo ir atributų įrodymai. Ši 1802 m. išspausdinta
knyga buvo plačiai skaitoma. Studijuodamas teologiją jaunas Darvinas perskaitė ją ir
susižavėjo nenumanydamas, kad vieną dieną taps didžiausiu jos kritiku.

Laimei, abi šios priešingos teorijos gali būti patik-
rintos faktais. Gamtos teologija numato,
kad visi prisitaikymo atvejai turėtų
būti tobuli. Evoliucija per gamti-
nę atranką numato, kad prisi-
taikymą turėtų veikti (ir
neretai apriboti) praeitis.

PEILIO LAIKRODIS

Norėdamas įrodyti savo
svarbiausią mintį Viljamas
Peilis *Gamtos teologiją* pradeda
tokiu pavyzdžiu. Jis įsivaiz-
duoja save einantį per
dykviėtę ir randantį tarp
akmenų laikrodį. Skirtingai
nuo akmenų, laikrodis turi
judančias dalis, kurios
tikslingai dirba drauge.
Laikrodžio egzistavimas
turėtų įrodyti, kad jį pagamino
laikrodininkas. Peilis išvedė
paralelę tarp laikrodžio ir gyvūno.
Kaip laikrodis įrodo, kad yra
laikrodininkas, taip ir gyvūnas (arba
augalas) įrodo, kad yra Kūrėjas. Studijuojant
gamtos istoriją galima geriau suprasti gamtos
ir Dievo ryšį.



Lapanosių
šikšnosparnių
snukučiai

Koks tikslas?

Gamtos teologijos įkvėpti gamtinin-
kai bandė išaiškinti Dievo kiekvienam
gyvam padarui numatytą „tikslą“. Tačiau kyla klausimas, kam reikalingi
tokie kenkėjai, kaip, pavyzdžiui,
žiurkės ir blusos. Darvino požiūriu,
vienintelis bet kurios būtybės tikslas
yra visiškai privatus – išgyventi ir
duoti palikuonių. Jeigu jis tą padaro,
jam pasiseka perduoti savo ypatybes
kitai kartai.

KŪRIMO ATGARSIAI

Šikšnosparniai orientuojasi sleisdami aukšto dažnio
garsus ir klausydamiesi aido. Kai kurie šikšnosparniai
ant nosies turi įmantrią į lapą panašią išaugą garsui
sleisti. Ar galėjo tokios priemonės sukurti gamtinę
atraką, ar turėjo būti „laikrodininkas“ – Kūrėjas? Tačiau
tarp šikšnosparnių yra daug paprastų šio radaro
variantų ir įvairių tarpinių formų, vedančių prie
pačių sudėtingiausių. Tai įtikino biologus, kad
tokie požymiai galėjo išsivystyti.

Ilga, plona priekinė
galūnė ir pirštakauliai
laiko sparną

TIE PATYS KAULAI

Šikšnosparnio išsisklei-
džiantis sparnas ir kurmio
trumpa, plati rausianti priekinė galūnė
turi tuos pačius, kaip ir visi žinduoliai,
priekinės galūnės kaulus (p. 23). Šis stulbinantis
panašumas turi prasmę tik tada, jei remsimės
Darvino teiginiu, kad šie abu gyvūnai yra kilę iš
vieno tolimo protėvio.

Europinis
kurmis



Stipri priekinė
galūnė rausimui



Lapanosis šikšnosparnis

Toli gražu ne tobula

Pagal gamtos teologiją, gyvų padarų prisitaikymas turėtų būti tobulas. Darvinas teigė, kad prisitaikymas visada riboja augalo arba gyvūno protėviai, nes gamtinė atranka gali veikti tik turimą žaliavą. Jeigu žaliava nėra tam tikslui ideali arba gamtinė atranka pasireiškė nepakankamai ilgai, prisitaikymas bus visiškai tobulas.

Gyvūną puolantis lokys

PANDOS NYKŠTYS

Lokiai yra visaėdžiai gyvūnai ir jų letenos turi labai trumpus pirštus. Didžiosios pandos, kilusios iš lokių, minta bambukų ūgliais ir jiems laikyti joms reikia nykščio. Iš tikrųjų joms yra išsivystęs nykštys, bet tai trumpas ir netobulas nykštys, kyšantis iš riešo. Atrodo, kad lokio letena buvo pernelyg specializuota, kad gamtinė atranka galėtų pakeisti planą ir sukurti tikrą nykštį. Taigi pandos netikras nykštys išaugo iš riešo kaulo.

Pandos letena

Netikras nykštys

VIS DAR PRISITAIKANTIS

Nemažai žmonių kenčia nuo nugaros skausmo arba turi bėdų dėl juosmens, kelių arba pėdų, tuo tarpu rankų skausmas būna retai. Darvino požiūriu, tai turi prasmę. Tarp žinduolių žmonės neįprasti tuo, kad vaikšto stati. Molekuliniai duomenys (p. 54) rodo, kad taip vaikščioti mes pradėjome prieš 5–8 milijonus metų. Žmogaus nugarą ir kojas dar nespėjo visiškai prisitaikyti.

Fregata

PAUKŠČIŲ FREGATŲ MİSLĖ

Darvinas nurodė, kad ir fregatos, ir kalnų žąsys turi plėvėtas letenas, bet nė vienos iš jų neina į vandenį. Jų letenas jis aiškino kaip praeities liekaną, nes abu paukščiai yra kilę iš vandens paukščių. Jeigu jas sutvėrė Kūrėjas, klausė Darvinas, tai kodėl jos turi šiuos nenaudingus požymius?

Karališkasis pingvinas

Didžioji panda

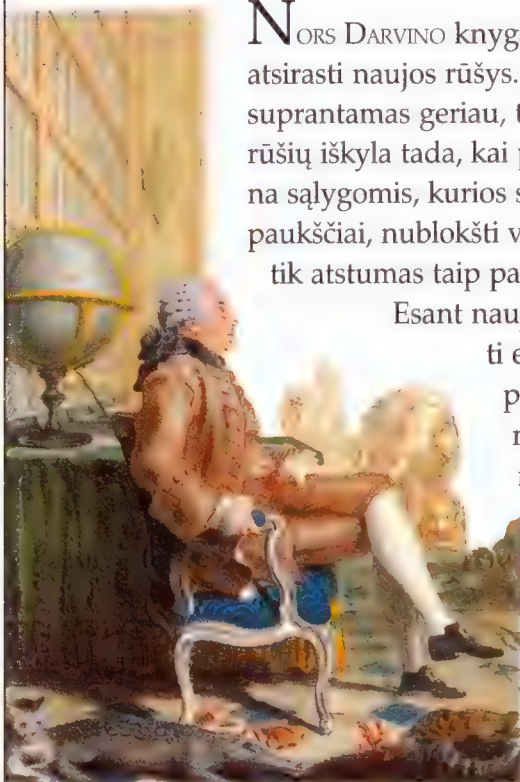
NEVYKUSIAI SUTVERTAS

Narai labai nerangiai vaikšto žeme (žemiau), nes jų kojos atitrauktos toli į kūno galą. Dauguma nardančiųjų paukščių turi gerokai atgal patrauktas kojas, nes tokia jų padėtis geriausiai tinka greitam plaukiojimui. Pingvinas (kairėje) šią problemą išsprendė vaikščiodamas stačiomis. Laikui bėgant vaikščiojimas stačiomis gali išsivystyti ir narams. „Laikrodininkas“ galėjo sukurti sausumoje paslankesnius narus, pastatydamas juos stačiau arba netoli kūno vidurio pridurdamas dar vieną kojų porą.

Rudakaklis naras

Žmogaus stuburas

Kaip atsiranda naujos rūšys



GRAFAS DE BIUFONAS

Prancūzas Žoržas Biufonas (Buffon; 1707–1788) pirmasis apibūdino rūšį kaip grupę gyvų padarų, kurie potencialiai visi gali kryžmintis tarp savęs, bet ne su kitos rūšies atstovais.

NORS DARVINO knyga vadinosi *Rūšių atsiradimas*, jis labai mažai pasakė apie tai, kaip galėtų atsirasti naujos rūšys. Iš tikrųjų jis pavadino tai „paslapčių paslaptimi“. Šiandien šis procesas suprantamas geriau, tačiau vis dar nesutariama dėl smulkmenų. Apskritai dauguma naujų rūšių iškyla tada, kai populiacija tampa atskirta nuo likusių gentainių, ypač jeigu po to ji gyvena sąlygomis, kurios skiriasi nuo pradinės rūšies sąlygų. Taip gali atsitikti tada, kai, pavyzdžiui, paukščiai, nublokšti vėjo iš kelio, pasiekia tolimas salas (p. 25) arba perskrenda kalnagūbrį. Vien tik atstumas taip pat gali būti fizinis barjeras, kaip kad yra žiedinės rūšies atveju (žemiau).

Esant naujoms sąlygoms arba tiesiog todėl, kad yra izoliuota, populiacija gali pradėti evoliucionuoti skirtinga kryptimi ir iš jos gali išsivystyti nauja rasė arba porūšis. Laikui bėgant tas porūšis gali smarkiai pakisti ir nebegalėti kryžmintis su likusia savo rūšies dalimi. Taip atsitikus jie tampa dviem atskiromis rūšimis. Retkarčiais nauja rūšis gali atsirasti ir kitokiais būdais, nesant geografinės izoliacijos.

Sidabrinis kiras
(*Larus argentatus argentatus*)

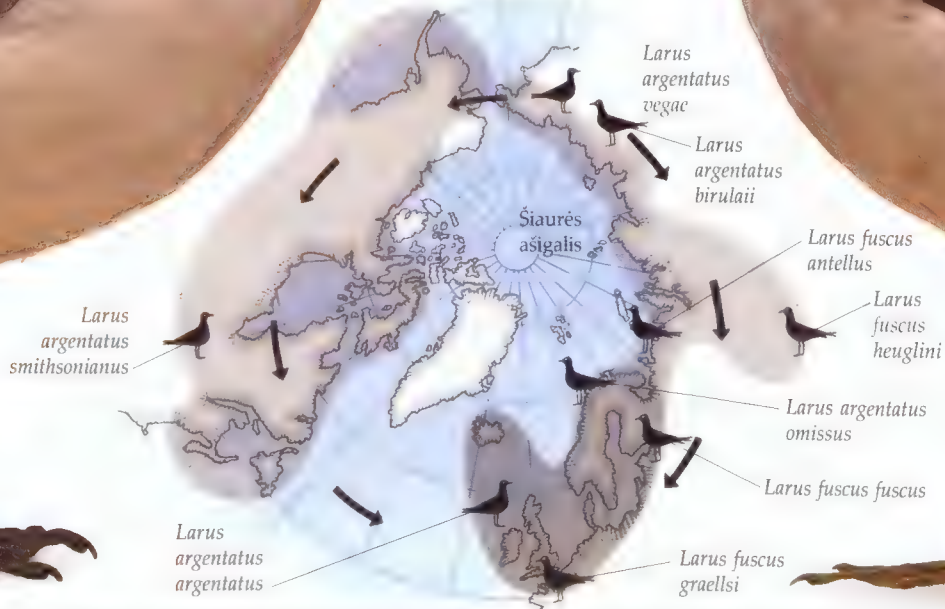
Silkinis kiras
(*Larus fuscus graellsii*)

VIENA RŪŠIS AR DVI?

Sidabrinis kiras (kairėje) ir silkinis kiras (dešinėje) yra kilę iš kirų, gyvenusių Rytų Sibire. Šie kirų protėviai išplito į rytus ir į vakarus. Ilgainiui abi migracijos linijos susitiko kitoje Žemės rutulio pusėje, virš Šiaurės Europos. Du šio apskritimo galai yra sidabrinis kiras ir silkinis kiras. Šie paukščiai taip smarkiai skiriasi nuo savo bendro protėvio, kad vieni su kitais nesikryžmina, išskyrus labai retus atvejus.

ŽIEDINĖ RŪŠIS

Kiekvienas atskiras sidabrinio kiro porūšis ir atskiri silkinio kiro porūšiai kryžminasi su kitais giminingais porūšiais. Rytų Sibire sidabriniai kirai taip pat kryžminasi ir su greta gyvenančiais balnotaisiais kirais, kuriuos galima vadinti ir sidabriniais kirais. Taip šie kirai sudaro „žiedinę rūšį“. Šis pavyzdys rodo, kaip naujos rūšys gali atsirasti per susikauptus nedidelius pokyčius.



Izoliuojantieji mechanizmai

Nauja rūšis gali išsirutulioti izoliacijoje, tačiau neretai ji grįžta atgal į tą sritį, kurioje gyvena motininė rūšis. Abi rūšys vis dar gali būti pakankamai panašios, kad galėtų poruotis ir turėti jaunikių, tačiau šie mišrūnai palikuonys yra nevaisingi (nesugeba patys turėti jaunikių). Tėvams tokio mišrūno atsivedimas yra laiko ir energijos nuostolis, todėl jiems reikia mokėti atpažinti savo rūšį. Jie tai daro naudodami signalus, pavyzdžiui, kvapą, garsą ir spalvą, arba tam tikru elgesiu. Šie signalai, kurie atskiria rūšis, vadinami izoliuojančiais mechanizmais.

NE VIENA RŪŠIS, BET TRYS

Anglų gamtininkas Gilbertas Vaitas (White; 1720–1793) pirmasis pastebėjo, kad pilkoji pečialinda, ankstyvoji pečialinda ir žalioji pečialinda priklauso ne vienai, bet trimis skirtingoms rūšims. Žalioji pečialinda yra šiek tiek didesnė ir ryškesnių spalvų, tačiau pilkoji bei ankstyvoji pečialinda beveik nesiskiria. Tačiau visų trijų giesmė yra aiškiai skirtinga. Paukščių atveju giesmė padeda patelei išsirinkti porą ir ji pasireiškia kaip izoliuojantis mechanizmas, atskiriantis panašias rūšis.



Pilkoji pečialinda

Žalioji pečialinda

Ankstyvoji pečialinda



POROS PASIRINKIMAS

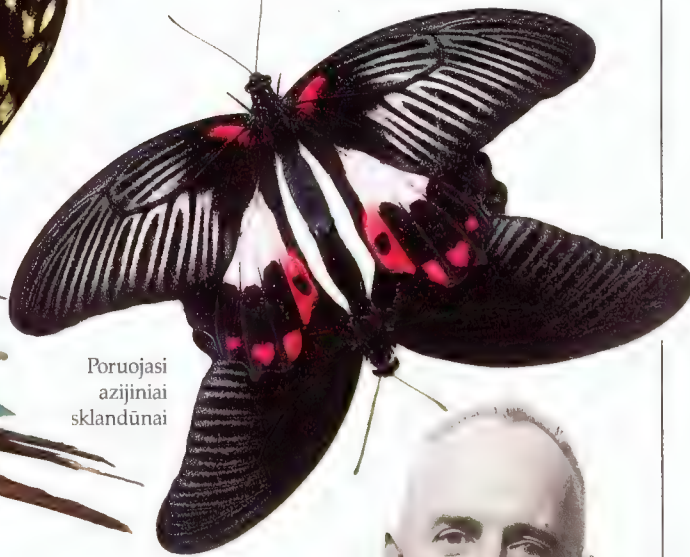
Dieniniai drugiai, kurie skraido dieną, porą atpažįsta iš jos raštų ir spalvų. Naktį skraidantieji naktiniai drugiai labiau pasikliauja kvapu. Daugeliui rūšių taip pat pasireiškia vidiniai mechanizmai, kurie neleidžia įvykti apvaisinimui tarp skirtingų rūšių. Jie ypač svarbūs augalams.



Poruojasi Pietų Amerikos drugiai

SVARBU TEISINGAI PASIRINKTI

Šie dieniniai drugiai teisingai pasirinko porą, bet šitaip būna ne visada. Kartais padaroma klaidų, nes izoliuojantieji mechanizmai, tokie kaip prisitaikymo būdai (p. 39), atsirado dėl evoliucinio pokyčio ir ne visada būna tobuli. Pavyzdžiui, kumelė gali susiporuoti su asilu ir atsivesti mūlą, kuris būna nevaisingas.



Poruojasi azijiniai sklandūnai

KVEPIANTIEJI PARTNERIAI

Pelės ir nemažai kitų žinduolių savo rūšies atstovus atpažįsta iš būdingo kvapo. Kai kurios rūšys atlieka specifinius tuoktuvių ritualus. Jais patvirtinama, kad partneris buvo pasirinktas teisingai.



ATSKIRTOS VIENA NUO KITOS

Teodosijus Dobžanskis (Dobzhansky; 1900–1975) dirbo drauge su T. H. Morganu tirdamas vaisines muses (p. 51) ir prisidėjo prie genetikos mokslo bei evoliucijos teorijos plėtotės. Jis sukūrė terminą „izoliuojantieji mechanizmai“, kuris apibūdina biologinius barjerus, neleidžiančius kryžmintis skirtingų rūšių individams.





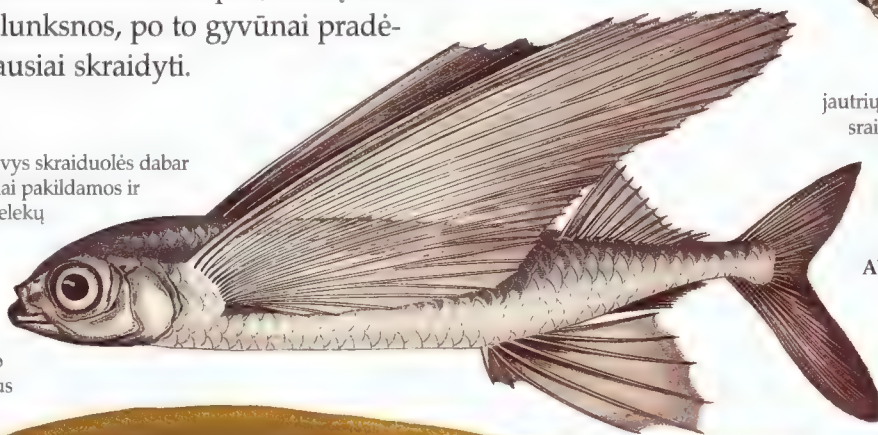
Gyvosios pereinamosios formos

LAIPSNISKAS SKLENDIMAS
Voverės skraiduolės iš tikrųjų ne skraido, bet sklendžia nuo vieno medžio ant kito. Sklandantieji gyvūnai tikriausiai pamažu išsirutuliojo iš įprastinių medžiuose gyvenančių gyvūnų įgydami odos raukšles, kurios šokant stabdydavo kritimą. Iš kai kurių sklandančių gyvūnų vėliau, matyt, išsivystė skraidantieji gyvūnai, tokie kaip paukščiai ir šikšnosparniai.

milijonų metų. Klimatas buvo karštas ir sausas, taigi tvenkiniai ir upeliai veikiausiai vis seko ir užsistovėjo. Plaučiai tikriausiai išsivystė todėl, kad žuvis galėtų įkvėpti oro vandens paviršiuje. Daug vėliau kai kurios oru kvėpuojančios žuvis, matyt, pradėjo trumpam išeiti į sausumą pasimaitinti gausybe vabzdžių. Kitaip negu dabartinės žuvis, jos turėjo mėsingus pelekus, o laikui bėgant iš peleko tikriausiai išsivystė kojos. Šis atvejis yra tipiškas pereinamiesiems laikotarpiams: vienas požymis (plaučiai) išsivysto tam tikram tikslui, bet tai paruošia dirvą tolesniam vystymuisi (išėjimas į sausumą pasimaitinti), kuris po to veda kito požymio (kojos) atsiradimo link. Panašus laipsniškas pereinamasis laikotarpis matomas ir paukščiuose. Tirdami dinosauro ir archeopterikso (*Archaeopteryx*) fosilijas (p. 45) ir lygindami dabar gyvenančius sklandančius gyvūnus, pavyzdžiui, voveres skraiduoles, mokslininkai gali išaiškinti tolygiai kintančius etapus, kurių metu iš pradžių susidarė plunksnos, po to gyvūnai pradėjo sklandyti ir galiausiai skraidyti.

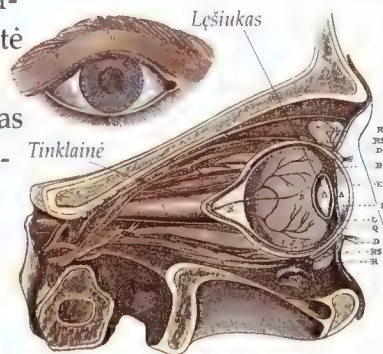
ŽUVYS SKRAIDUOLĖS

Darvinas pastebėjo, kad „žuvis skraiduolės dabar toli nusklendžia oru nežymiai pakildamos ir pasisukdamos plazdančių peleko dėka“. Jeigu iš jų būtų išsivystę tikri skrajūnai, klausė Darvinas, kas tada būtų galėjęs įsivaizduoti, kad „ankstyvojoje pereinamojoje stadijoje savo pradinius skraidymo organus (pelekus) jos naudojo vien tam, kad paspruktų nuo kitų žuvų narsų?“



EIZAS GRĖJUS (1810–1888)

Amerikiečių evoliucionistas Eizas Grėjus (Gray) nagrinėjo ir pereinamąsias formas. Darvinas jam rašė: „Mąstant apie akį mane iki šios dienos ima šurpulys, bet kai pagalvoju apie žinomas tolygias pakopas, protas man sako, kad turėčiau tą šurpulį įveikti“. Evoliucijos priešininkai teigia, kad žmogaus akis negalėjo išsivystyti pamažu, tačiau gyvosios pereinamosios formos rodo, kad iš tiesų galėjo taip būti.



TOLYGIOS PAKOPOS

Pačios paprasčiausios akys tėra šviesai jautrių ląstelių santaka. Tokios akys, būdingos sraigėms, gali tik atskirti šviesą nuo tamsos.

Aukštesnių gyvūnų atveju išsivystė skaidrus lęšiukas šviesai fokusuoti ant šių šviesai jautrių ląstelių, kurios dabar sudaro tinklainę.

AUSTRALIJOS RAGADANTIS (žemiau)

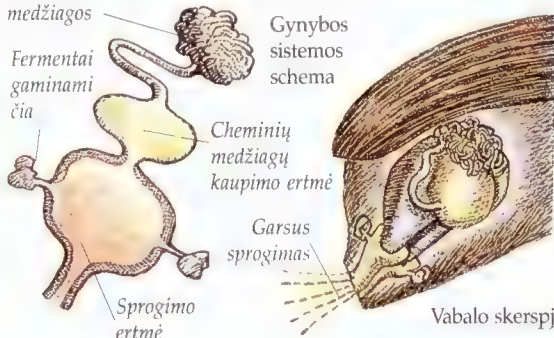
Dvikvėpės žuvis, kurią dabar yra tik šešios rūšys, gali ryti orą vandens paviršiuje ir taip išgyventi stoviniame vandenyje, kuriame mažai deguonies. Oru kvėpuojančios žuvis klestėjo prieš 380 milijonų metų, kai stovinio vandens klanai buvo įprastas kraštovaizdžio bruožas.



Bombožygis



Šioje liaukoje gaminamos abi cheminės medžiagos



KIAUŠINIUS DEDANTIEJI ŽINDUOLIAI

Echidnos nėra tiesioginiai žinduolių protėviai, bet jų tyrimas padeda suprasti, kaip evoliucionavo žinduoliai, kad buvimas šiltakrauju, kailio turėjimas ir pieno gaminimas atsirado anksčiau už gyvų jauniklių vedimą. Kiaušinius dedančių žinduolių egzistavimas patvirtina iš fosilijų gautus įrodymus (p. 26), kad žinduoliai išsirutuliojo iš roplių. Kiti įrodymų šaltiniai, pavyzdžiui, anatomijos (p. 23) arba DNR ir baltymų (p. 54) palyginimai taip pat patvirtina roplių ir žinduolių ryšį. Tas faktas, kad visos skirtingos įrodymų formos remia vieną kitą, perša mintį, kad evoliucija yra daugiau negu vien tik teorija.

SPROGSTAMASIS UŽTAISAS

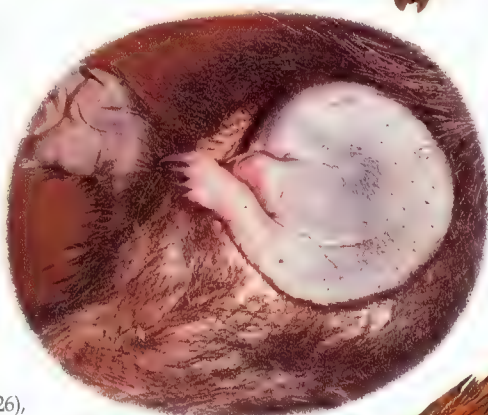
Dažnai tvirtinama, kad vabalo bombožygių elgesys griaua darvinizmo teoriją. Gindamiesi jie išskiria karštą nuodingą skystį, kuris sprogstą. Antievoliucionistai teigia, kad sprogdimas įvyksta tada, kai susimaišo dvi cheminės medžiagos, ir kad atskirai abi šios cheminės medžiagos neduoda jokios naudos. Tai neteisinga. Tos cheminės medžiagos išskiriamos kartu ir jos reaguoja tik paveiktos fermentų. Cheminės medžiagos ir fermentai organizme turi ir kitokią paskirtį. Kitaip tariant, jie jau egzistavo, kad juos galėtų veikti gamtinė atranka. Tikėtina, jog yra buvusios pereinamosios stadijos, kuriose jau buvo gaminami nuodingieji skysčiai, tik jie nesukeldavo sprogdimo.

Gynybos sistemos schema

Cheminių medžiagų kaupimo ertmė

Garsus sprogdimas

Vabalo skerspjuvis



Echidnos jauniklis motinos sterblėje



Į roplio panašus echidnos kiaušinis

Echidna



Pilnai išsivysčiusios kojos vaikščiojimui

Chalcides polylepis

Sumažėjusios kojos

Sphenops sepsoides

Chalcides chalcides

KOJAS PRARANDANTYS SCINKAI

Scinkai iliustruoja evoliucijos eigos, kuri prasideda nuo turinčio kojas normalaus iki neturinčio kojų driežo, kiekvieną stadiją.

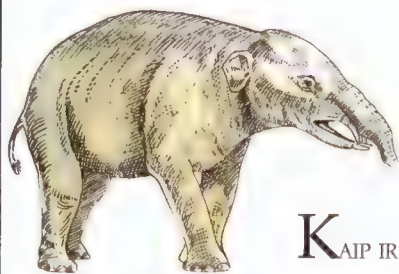
Tai rodo, kaip iš roplių protėvio, turėjusio kojas, galėjo pamažu išsivystyti gyvatės. Pirmoje stadijoje kojos, atrodo, darėsi mažesnės, bet buvo reikalingos bėgimui. Šie scinkai panorėję gali išsiversti be kojų ir juda kaip gyvatės. Jie tiesiog ištiesina kojas ir priglaudžia prie kūno, todėl gali rangytis aukšta žole arba įlįsti į siaurą uolos plyšį.

Mažytė koja

Kojos liekana

Chalcides guentheri





SENOVINIS DRAMBLYS

Pagal 35 milijonų metų amžiaus iškastinio *Phiomia* bendrą išvaizdą (tokį jį įsivaizdavo dailininkas) galima manyti, kad drambliai, mamutai ir mastodontai išsivystė iš palyginti mažų, į begemotus panašių gyvūnų.

Iškastinės pereinamosios formos

KAIP IR GYVOSIOS PEREINAMOSIOS FORMOS (p. 42), iškastinės pereinamosios formos gali atskleisti, kaip iš egzistuojančių grupių išsivystė naujos. Tačiau jos nėra pats geriausias orientyras, nes labai retai kada randami pilni pereinamųjų formų rinkiniai. Apskaičiuota, kad iš 20 000 gyvenusių rūšių randama tik viena iškastinė rūšis, todėl galimybė surasti dabar gyvenančios grupės tikrąjį protėvį yra labai reta. Daugiausia, ko gali tikėtis mokslininkai, – tai aptikti tokiame protėviui giminingą iškastinę rūšį. Tai reiškia, kad atkuriant praeities įvykius reikia remtis

tam tikromis prielaidomis. Tačiau padarytos išvados didžia dalimi remiasi išsamiu fosilijų ir gyvų organizmų tyrimu. Visos idėjos apie tai, kaip evoliucionavo gyvūnai, kelis kartus tikrinamos, jas svarsto įvairių sričių mokslininkai. Kai randama naujų fosilijų, jos panaudojamos teorijoms apie praeitį patikrinti ir gali jas patvirtinti arba paneigti. Vienos iš fosilijų, kurios padėjo atskleisti evoliucijos eigą, yra pirmą kartą varlės fosilijos (žemiau). Tiriant iškastines varles matyti, kad plati kaukolė atsirado anksčiau negu labai ilgos kojos. Plati kaukolė ir burna būdinga gyvūnams, kurie po vandeniu gaudo greitai judantį grobį, todėl atrodo, kad tai lėmė varlių evoliuciją.

Taip galėjo atrodyti *Miacis*, gyvenęs prieš 50 milijonų metų.



ESANTIS PUSIAUKELĖJE

Miacis iškastiniai griaučiai rodo, kad buvo evoliucinė linija, iš kurios galėjo išsivystyti kiaunės ir šermuonėliai. Suakmenėjęs *Miacis* buvo rastas Vokietijoje, akmens anglių kluose – tankių senovinių miškų liekanose.

Taip dailininkas įsivaizdavo 20 milijonų metų senumo *Enaliarctos*



SENOVINIS JŪRŲ ŠUO

Tiriant fosilijas, pavadintas *Enaliarctos*, buvo nustatyta, kaip iš į šunis panašių protėvių išsivystė jūrų liūtai. Jie tikriausiai maitinosi jūroje, bet sausumoje praleisdavo daugiau laiko, negu dabar gyvenantys jūrų liūtai.

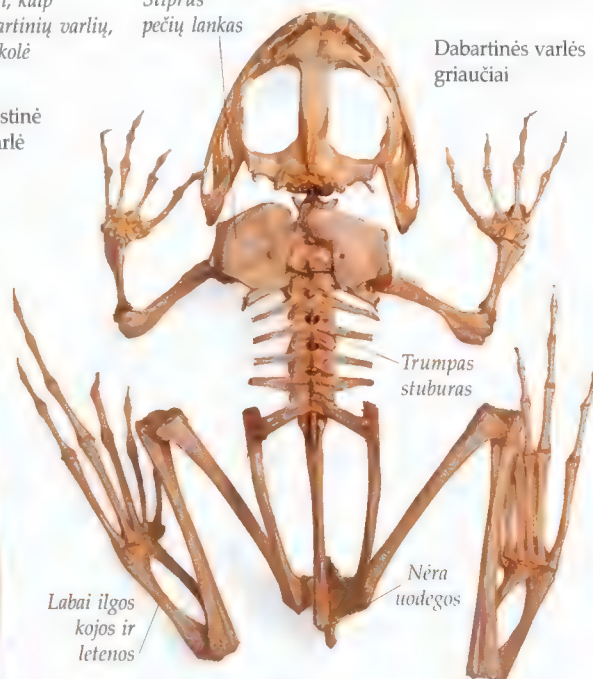


Plati, kaip dabartinių varlių, kaukolė

Iškastinė varlė

Stiprus pečių lankas

Dabartinės varlės griaučiai



Trumpas stuburas

Labai ilgos kojos ir letenos

Nėra uodegos

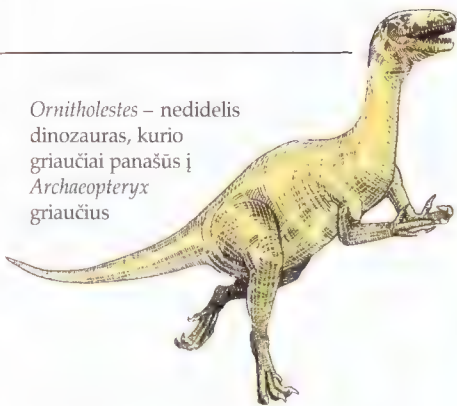
Ilgos užpakalinės kojos

Trumpa uodega

DIDELIS ŠUOLIS PIRMYN

Varlės turi specializuotus griaučius, kurių dėka gali daryti didžiulius šuolius. Jos išsivystė iš į tritonus panašių gyvūnų, kurie, kaip ir žuvis, plaukiojo darydami judesius į šonus. Sausumoje jos judėjo vaikščiodamos. Iškastinių varlių kūno sandara rodo, kad šokinėjimas neišsivystė tiesiogiai iš vaikščiojimo. Pirmą kartą varlės turbūt mito vandenyje gaudydamos judrų grobį. Tam reikėjo greitai plaukioti ir jos ėmė atsispirti iš karto abiem užpakalinėmis kojomis. Išsivystė ilgesnės kojos, parengusios dirvą šokinėjimui.

Ornitholestes – nedidelis
dinozauras, kurio
griaučiai panašūs į
Archaeopteryx
griaučius



NUO DINOZAURO IKI PAUKŠČIO

Iškastinis archeopteriksas (*Archaeopteryx*) tikriausiai yra artimai giminingas paukščių protėviui. Tiriant jo griaučius galima nustatyti, kaip galėjo atsirasti paukščiai. Jo griaučiai buvo labai panašūs į kai kurių nedidelių dinosauro griaučius, tačiau turėjo plunksnas. Archeopteriksas veikiausiai negalėjo skraidyti – jo krūtinkaulyje nėra keteros – plataus plokščio padidėjimo, prie kurio prisitvirtina dabartinių paukščių raumenys. Archeopteriksas turbūt laipiojo medžiais ir sklendė. Matyt, jis medžiojo skraidančiuosius vabzdžius arba tiesiog tausoją energiją sklėsdamas nuo vieno medžio prie kito. Sklendimas, paukščių protėvių naudotas judėjimo būdas, vėliau galėjo virsti skraidymu.



Taip dailininkas
įsivaizduoja sklendžiantį
archeopteriksą



Iškastinis
archeopteriksas
(*Archaeopteryx*)

Dantų
neturintis
snapas

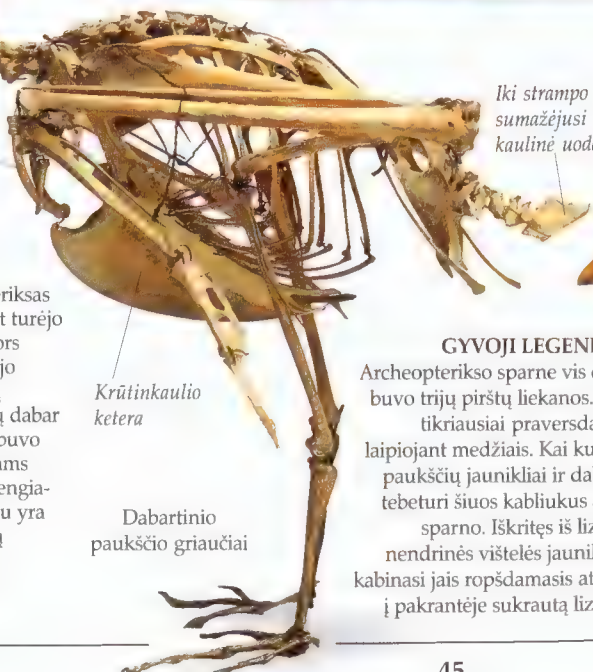
Lengvi tuščiavi-
duriai kaulai

DABARTINIAI PAUKŠČIAI

Kad masė būtų mažesnė, dabartiniai paukščiai neturi nei tikros uodegos, nei dantų, o jų kaulai tuščiaviduriai. Archeopteriksas tikriausiai negalėjo skraidyti, bet turėjo visas plunksnas. Ar yra kokia nors priežastis, kodėl plunksnos turėjo išsivystyti anksčiau už gebėjimą skraidyti? Daugelis mokslininkų dabar spėja, kad kai kurie dinosaujai buvo šiltakraujai. Mažiams šiltakraujams gyvūnams reikia izoliacijos, o dengiamosios plunksnos, kurios veikiau yra pašiausti roplių žvynai, galėjo ją suteikti. Vėliau iš dengiamųjų plunksnų galėjo išsivystyti ilgos plunksnos sklendimui.

Krūtinkaulio
ketera

Dabartinio
paukščio griaučiai



Iki strampo
sumažėjusi
kaulinė uodega

GYVOJI LEGENDA

Archeopterikso sparne vis dar buvo trijų pirštų liekanos. Jie tikriausiai praversdavo laipiojant medžiais. Kai kurių paukščių jaunikliai ir dabar tebeturi šiuos kabliukus ant sparno. Iškritęs iš lizdo nendrinės vištelės jauniklis kabinasi jais ropšdamasis atgal į pakrantę sukratą lizdą.

Kabliukai ant sparno



Nendrinės vištelės
jauniklis



Į dinosaūrą panašūs
archeopterikso
griaučiai



Šuoliai ir pertrūkiai



KAMBRO SPROGIMAS

Ši fosilija iš Berdžeso skalūnų Kanados Uoliniuose kalnuose priklauso paleozojaus eros pradžioje (žemiau) buvusiam kambro periodui, kai staiga pasirodė daug naujų gyvūnų. Kol kas nėra nustatyta jokių konkrečių protėvių.

suakmenėjusių automobilių, tačiau tikimybė, kad suakmenės iš vieno aukšto į kitą važiuojantis automobilis, būtų palyginti maža.

KINTANČIOS EROS

Kaip pastebėjo jau pirmieji geologai (p. 16), vieno geologinio periodo fosilijos dažnai skiriasi nuo kito periodo fosilijų. Skirtumai tarp trijų svarbiausių erų (p. 60), kurių kiekviena susideda iš kelių geologinių periodų, yra dar didesnė – tai gerai matyti iš šių trijų uolienų luitų su fosilijomis. Pagrindiniai skirtumai, aptikti viena po kitos einančių erų fosilijoje, atsirado dėl masinių išnykimų.

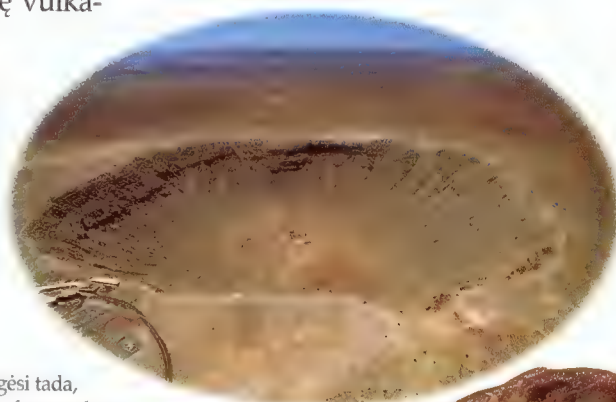
Uoliena su suakmenėjusiomis jūrinėmis kriauklėmis ir trilobitų liekanomis

1 PALEOZOJUS

Šis uolienos luitas yra iš silūro periodo, buvusio paleozojaus eroje. Ši era baigėsi prieš 248 milijonus metų, kai išnyko daugiau kaip 90% visų rūšių. Pagal naujausią teoriją, ore smarkiai sumažėjo deguonies, dėl to dauguma didelių veiklių gyvūnų užtroško.

NORS TARP FOSILINIŲ DUOMENŲ RANDAMA DAUG pereinamųjų formų (p. 26 ir p. 44), yra ir daug šuolių bei pertrūkių. Dabar evoliucionistai kai kuriuos iš jų gali paaiškinti. Labiausiai gluminantis yra staigus daugybės naujų ir gana sudėtingų gyvūnų atsiradimas kambro periode (p. 26). Tai vis dar neišaiškinta, tačiau mokslininkai ir toliau tiria šią problemą. Antroji mįslė – ryškūs fosilijų pokyčiai paleozojaus eros pabaigoje ir mezozojaus eroje – dabar yra gana gerai išaiškinta (žemiau). Trečioji problema yra stoka pereinamųjų formų, kurios užpildo spragą tarp daugelio grupių, ypač bestuburių. Atrodo, kad pereinamosios formos yra palyginti retos, galbūt dėl to, kad pokyčiai vyksta greitai ir tik vienoje mažoje pasaulio srityje. Tai reikštų, kad fosilijomis tampa labai mažai pereinamųjų formų.

Palyginimui įsivaizduokite: jeigu iškritę vulkaniniai pelenai paverstų daugiaaukštę automobilių stovėjimo vietą fosilija, kiekviename aukšte būtų daug

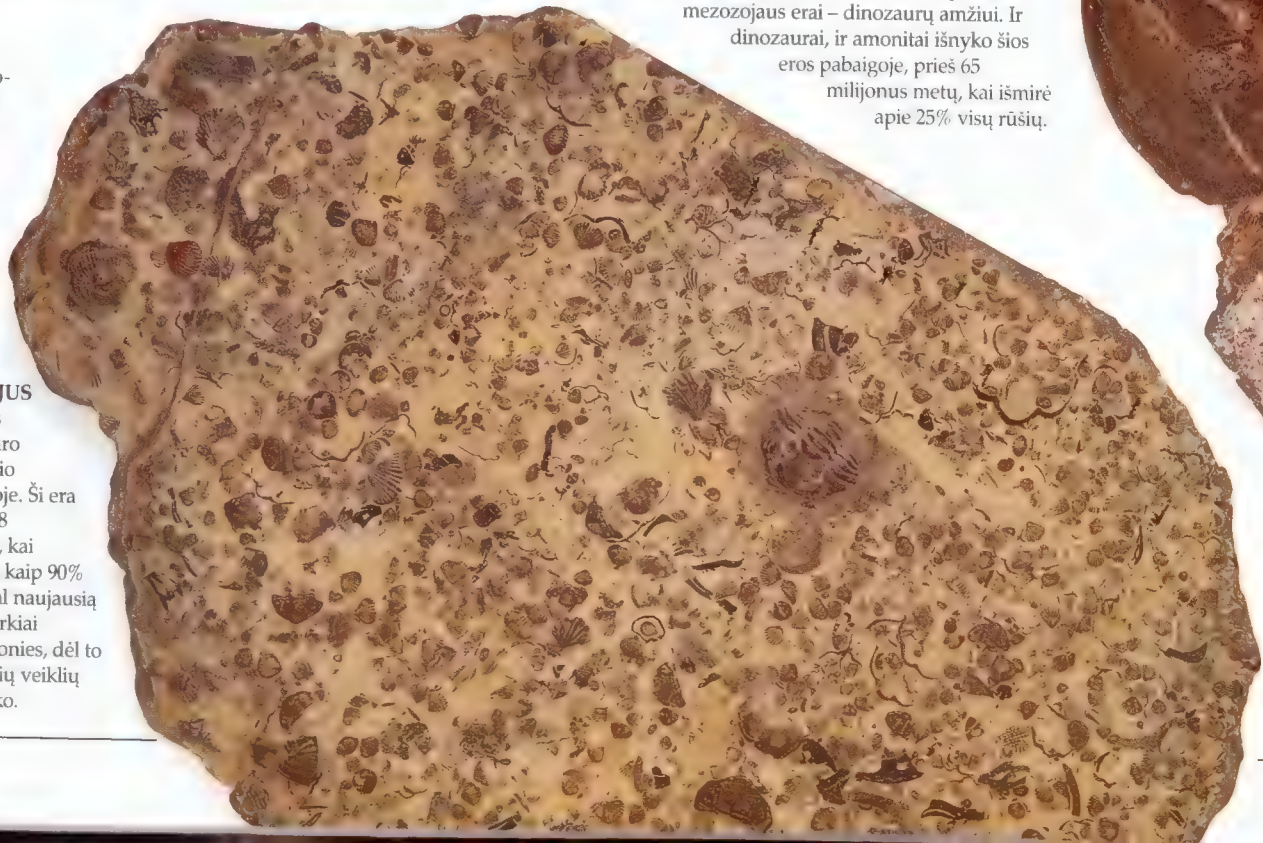


MEZOZOJAUS PABAIGA

Turimi duomenys rodo, kad mezozojus baigėsi tada, kai į Žemę nukrito milžiniškas meteoritas, suformuodamas kraterį, tokį, kaip šis Arizonoje, JAV, tik gerokai didesnį. Žemės ir uolienų dulkės išlėkė į orą užtemdydamos saulės šviesą ir pražudydamos daugumą augalų. Dėl maisto stygiaus veikiausiai žuvo stambūs gyvūnai, tokie kaip dinosaurai. Žinduoliai, kurie tada buvo labai maži, sugebėjo išgyventi.

2 MEZOZOJUS

Triaso uoliena, kurioje yra amonitų, priklauso mezozojaus erai – dinosaurų amžiui. Ir dinosaurai, ir amonitai išnyko šios eros pabaigoje, prieš 65 milijonus metų, kai išmirė apie 25% visų rūšių.





BERDŽESO PADARAS

Nėra jokių priežasčių abejoti, kad kambro gyvūnai, kaip šis iš Berdžeso skalūnų, yra kilę iš prekambro gyvūnijos. Visus gyvus organizmus vienija tos pačios pagrindinės cheminės medžiagos ir tas pats genetinis kodas (p. 55).

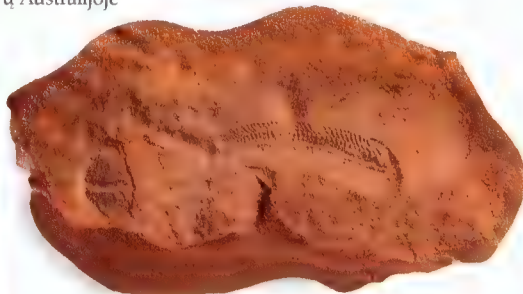
SENIAI DINGĘ

Šie minkštakūniai gyvūnai iš prekambro uolienos (dešinėje) gyveno prieš pat kambrą ir yra žinomi kaip Ediakaros fauna.

Dauguma mokslininkų mano, kad vargu ar jie yra kambro periodo gyvūnų protėviai, tačiau kai kurie su tuo nesutinka.



Suakmenėje minkštakūnių gyvūnų atspaudai (kairėje ir žemiau) iš Ediakaros kalvų Australijoje



3 KAINOZOJUS

Ši uoliena (žemiau dešinėje) su suakmenėjusiomis žuvimis yra iš terciaro periodo, priskiriamo kainozojaus erai. Kainozojaus metu, kuris vis dar tęsiasi, žinduoliai ir paukščiai užėmė daugelį laisvų vietų, kurios liko išnykus dinosaurams. Po masinių išnykimų iš kai kurių išlikusių rūšių išsivysto naujos formos, kurios vėl apgyvendina Žemę.



PRARASTA IR VĖL ATRASTA

Latimerija yra žuvis, kuri buvo laikoma išnykusia. Visos žinomos fosilijos buvo daugiau kaip 200 milijonų metų amžiaus. Ir štai 1938 m. vandenyne buvo sugauta gyva latimerija. Jeigu latimerija galėjo išgyventi 200 milijonų metų nepalikdama jokių fosilijų, tai nenuostabu, kad kai kurie evoliucijos etapai nėra užfiksuoti.

SUNKU ATPAŽINTI

Jeigu pereinamosios formos ir tampa fosilijomis, jos gali būti ir neatpažintos. Vandeninis strazdas (žemiau) maisto ieško nardydamas, bet yra labiau panašus į sausumos paukštį. Jam galėtų išsivystyti tam tikros prisitaikymo prie povandeninio gyvenimo ypatybės, bet tokių jis dar neturi. Jeigu vandeniniai strazdai būtų išnykę, niekas iš rastų fosilijų nebūtų atspėjęs jų gyvenimo būdo.



Iškastinis amonitas



Iškastinė žuvis

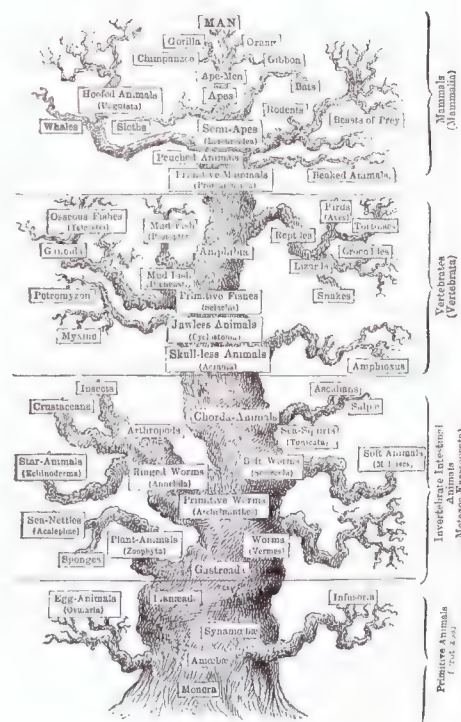
Triaso uoliena

Terciaro uoliena



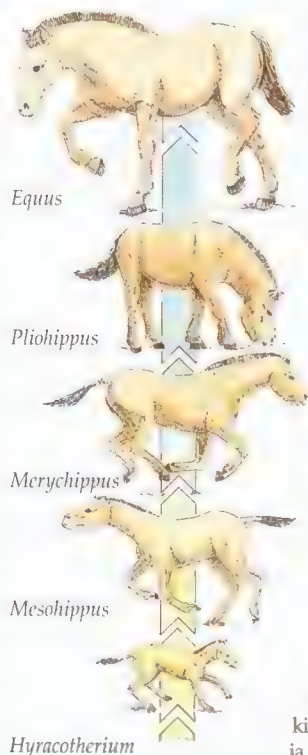
Laiptai ir šakos

XIX AMŽIAUS Europoje ir Šiaurės Amerikoje pramoninė revoliucija keitė kiekvieno žmogaus gyvenimą. Sparčiai augo miestai, plėtėsi geležinkelų tinklas, o nauji fabrikai traukė iš kaimų į miestus tūkstančius darbininkų. Keitimosi procesas buvo palietęs beveik visus socialinio gyvenimo aspektus. Dauguma žmonių, ypač esantieji valdžioje, manė, kad visi šie pasikeitimai prisideda prie pažangos ir kad pažanga turi būti teigiama. Evoliucijos idėja buvo ginčytina dėl religinių priežasčių, o jos siejimas su pažanga darė ją dar labiau nepriimtina. Darvinas nė nebandė daryti tokių sąsajų, nes žinojo, kad evoliucijos realybė ne visiškai derinasi su to meto idėjomis. Pavyzdžiui, daugelis bakterijų milijardus metų išliko mažos ir paprastos sandaros



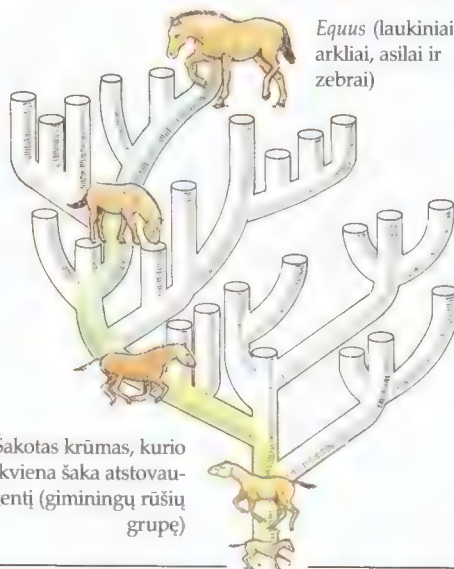
PRAEITIS ATGARSIAI

Hekelio sukūrtame genealoginiame medyje, kurio viršūnėje yra žmogus, pavaizduoti organizmų grupių genealoginiai ryšiai. Jis iškėlė rekaptuliacijos idėją, pagal kurią vystydamasis gemalas praeina visas savo protėvio evoliucijos stadijas. Penki protėviai medžio kamieno apačioje pagrįsti ankstyvosios gėmalo vystymosi stadijomis.



ŠUOLIAIS PIRMYN

Ši schema (kairėje) vaizduoja arklio evoliuciją. Nors visų šių protėvių fosilijos buvo tikrai rastos, šie „laiptai“ suteikia klaidingą vaizdą. Evoliucija nevyksta tiesiomis linijomis ir ji ne visada yra tolygusėjimas pirmyn nuo mažo ir paprasto iki didelio ir sudėtingo. Tikrovę geriau atspindi arklio evoliucija, pavaizduota tankiaisi šakoto krūmo (žemiau) pavidalu. Buvo dešimtys rūšių, kurių dauguma išmirė ir liko tik laukiniai arkliai, asilai ir zebrai.



DARVINO GYNĖJAS

Tomas H. Hakslijs (Huxley; 1825–1895) buvo energingas anglų mokslininkas, kuris daugelyje viešų diskusijų gynė evoliucijos idėjas. Jis kovojo Darvino vardu, kuris beveik lygiavertis nušaalyti nuo visuomenės dėmesio. Tačiau Haksliį įkvėpė Hekelis ir jis iškraipė Darvino idėjas „pažangos“ savokomis.





Hemiptera
(blakės, cikados)

Odonata
(laumžirgiai,
strėliukės)

Ephemeroptera
(lašalai)

Diptera
(dvisparniai)

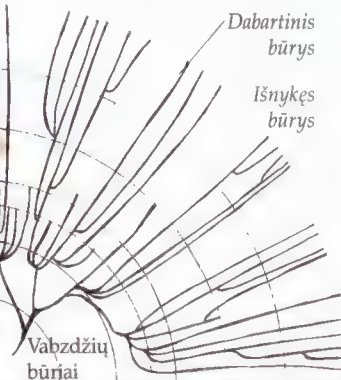
Plecoptera
(ankstyvės)

Trichoptera
(apsiuvos)

Neuroptera
(auksaakės, skruzdžių liūtai)

Lapidoptera
(dieniniai ir naktiniai
drugiai, hesperijos)

Hymenoptera
(bitės, vapsvos, skruzdėlės,
parazitinės vapsvos, pjūkleliai)



VABZDŽIŲ EVOLIUCIJOS MEDIS

Skraidantieji vabzdžiai atsirado daugiau kaip prieš 300 milijonų metų ir iš jų greitai išsirutuliojo labai daug įvairių formų. Kaip matyti iš šios schemos, kai kurios šakos išnyko. Šiandien yra mažiausiai 28 skirtingi vabzdžių būriai, iš jų 14 iliustruoti šiame puslapyje. Kai kurie yra labai įvairūs – Coleoptera (vabalų) būriui priklauso daugiau kaip 30 000 rūšių. Kaip rodo blusos atvejis, evoliucija susijusi ne su pažanga, bet su prisitaikymu ir išlikimu. Nors gyvūnai neretai tampa didesni ir sudėtingesnės sandaros, tokia akivaizdi „pažanga“ iš tikrųjų yra tik šalutinis poveikis. Didžiausi kada nors gyvenę vabzdžiai – laumžirgiai, kurių išskleistų sparnų tarpugalis siekė 70 cm, – išnyko prieš milijonus metų.

Dermaptera
(auslindos)

Dictyoptera
(tarakonai)

Phasmida
(maldininkai,
gyvalazdės ir
lapiniai vabzdžiai)

Coleoptera (vabalai)

Orthoptera
(žiogai, skėriai)



GREGORAS MENDELIS
Mendelis buvo talentingas neturtingo valstiečio sūnus. Mokslus jis galėjo tęsti tik įstudamas į vietinį vienuolyną. Daugelis jo bendramokslių vienuolių buvo aistringi mokslininkai.

Gregoras Mendelis

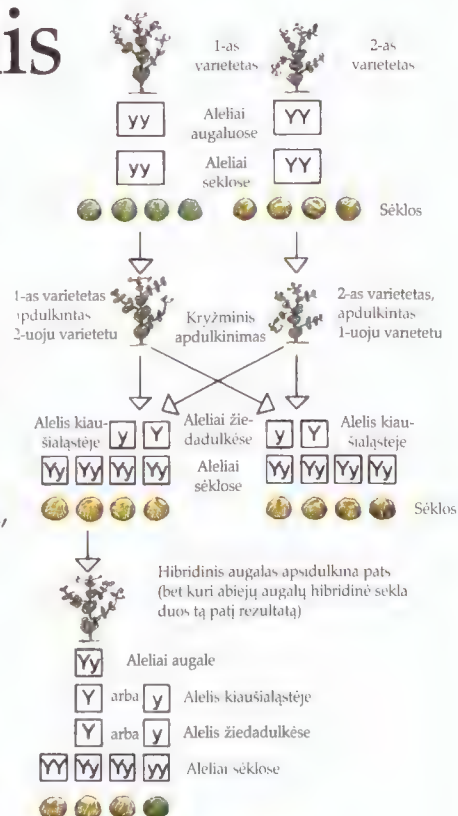
GREGORAS MENDELIS (Mendel; 1822–1884) buvo vienuolis ir fizikas. Kai kurie iš jo bendramokslių vienuolių buvo javų selekcininkai. Norėdamas padėti jiems pagerinti auginamus javus Mendelis pradėjo tirti paveldimumą. Būdamas fizikas jis ieškojo paprastų dėsnių, kuriuos būtų galima išreikšti matematiškai, ir tai pasirodė besas puikus būdas paveldimumui nagrinėti. Mendelis tyrė alternatyvius požymius, tokius kaip žirnių sėklų spalva. Kiti mokslininkai skyrė dėmesį požymiams, kurie palikuonyse, rodės, susilieja, pavyzdžiui, dydžiu. Nors šie požymiai yra dažnesni, juos kur kas sunkiau tirti. Mendelio rezultatai, paskelbti 1865 m., liko nesuprasti iki pat 1900 m., kai mokslininkai vėl pakartojo tuos pačius atradimus.

Gimė mendelizmas, o 1909 m. Mendelio atrastos

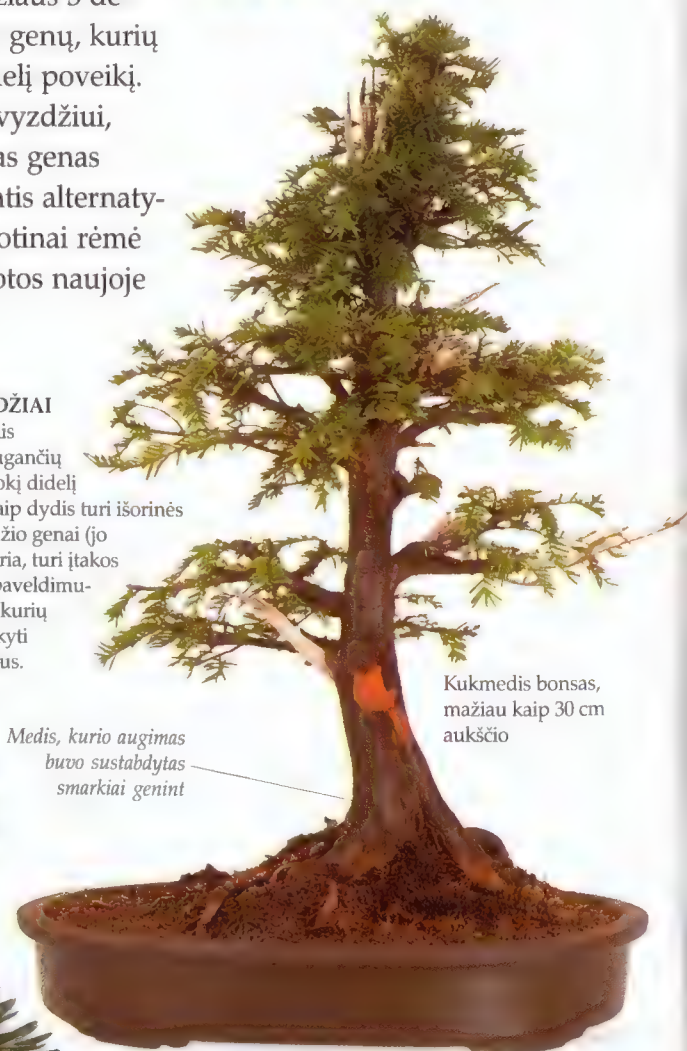
„paveldėjimo dalelės“ buvo pavadintos genais (p. 52). Iš pradžių atrodė, kad mendelizmas prieštarauja darvinizmui, nes alternatyvūs požymiai nesukurtų nežymių pakitimų, kuriuos galėtų veikti gamtinė atranka. XX amžiaus 3 dešimtmetyje buvo suvokta, kad daugumą požymių valdo dešimtys genų, kurių kiekvienas atskirai pasireiškia menkai, bet visi drauge jie daro didelį poveikį.

Dauguma tų genų, kurie kontroliuoja kokį nors požymį, pavyzdžiui, dydį, gali lemti nežymius skirtumus, bet kiekvienas atskiras genas elgiasi lygiai taip pat, kaip ir genas, lemiantis alternatyvų požymį. Mendelizmo idėjos neabejotinai rėmė

Darvino mintis ir jos buvo išplėtos naujoje teorijoje – neodarvinizme.



Įprastinio dydžio kukmedžio, užaugančio iki 25 m aukščio, šaka



Medis, kurio augimas buvo sustabdytas smarkiai genint

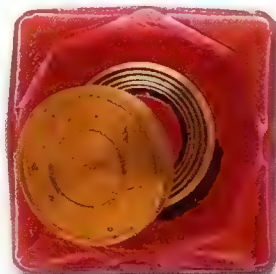
Kukmedis bonsas, mažiau kaip 30 cm aukščio

Genų atradimas

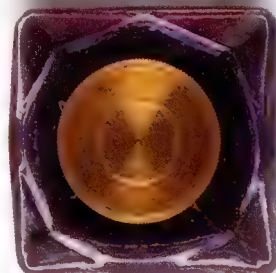
Mendelis dirbo su augalų varietetais (skirtingais tipais tos pačios rūšies viduje). Jis kryžmino tuos varietetus, kurie turėjo aiškius, kontrastingus požymius, tokius kaip sėklų spalva. Rezultatai parodė, kad paveldimumas nėra požymių susiliejimas, bet yra susijęs su atskirais vienetais, kurie vadinami genais.

ŽIRNIŲ KRYŽMINIMAS (kairėje)

Mendelis kryžmino žaliasėklių žirnių varietetą su geltonosėklių žirnių varietetu. (Žirnių žiedai paprastai apsidulkina patys, bet juos galima apdulkinti ranka žiedadulkėmis nuo kito augalo.) Visos po kryžminimo gautos sėklos buvo geltonos. Tos sėklos buvo pasodintos ir augalams buvo leista apsidulkinti patiems. Jie užaugino geltonus ir žalius žirnius, kurių spalva pasiskirstė santykiu 3:1. Šis santykis atskleidžia, kas vyksta augalų viduje. Kaip suprato Mendelis, turi būti paveldimumo dalelės (dabar vadinamos genais), kurios nesidalija ir nesusilieja. Šiuo atveju yra vienas genas, lemiantis sėklų spalvą, bet du skirtingi geno variantai (arba aleliai). Vienas alelis koduoja geltoną spalvą, antrasis – žalią. Kiekvienoje sėkloje yra du aleliai, ir jeigu jie yra skirtingi, tai sėkla būna geltona: geltonos spalvos alelis (vadinamas dominantiniu) nustelbia žalios spalvos alelio (vadinamo recesyviniu) poveikį. Kiekviena sėkla vieną alelį gauna iš žiedadulkių ir vieną – iš kiaušialąstės.



Raudonas rašalas

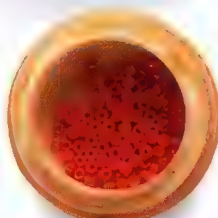


Mėlynas rašalas

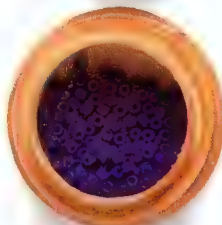


Raudonas ir mėlynas rašalas sumaišyti, kad gautųsi purpurinė spalva

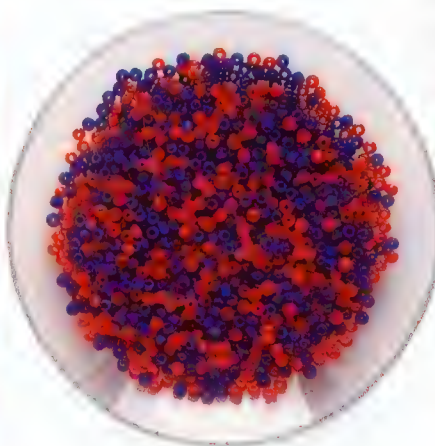
Raudoni ir mėlyni karoliukai sumaišyti, kad gautųsi purpurinė spalva; kiekvienas karoliukas reiškia vieno geno atskirą alelį, lemiantį žiedo spalvą



Raudoni karoliukai



Mėlyni karoliukai



SUSILIEJANČIOS SAVYBĖS

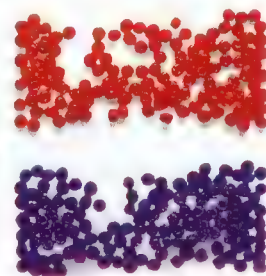
Sukryžminus augalą raudonais žiedais su mėlynais žiedais turinčiu augalų, palikuonis paprastai turi purpurinius žiedus. Atrodo, kad rezultatas panašus, kaip sumaišius skirtingų spalvų rašalą.



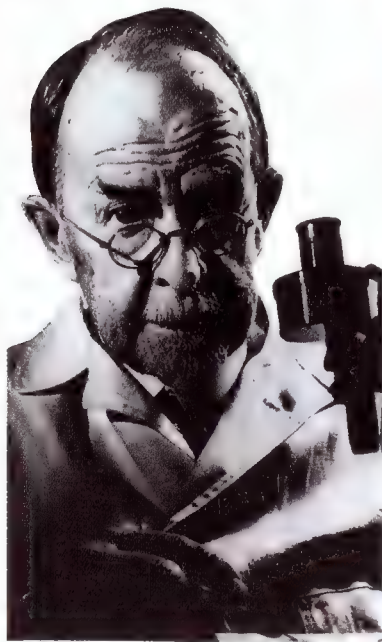
Skirtingų spalvų rašalo atskirti negalima

ATSISKIRIANČIOS DALELĖS (žemiau)

Iš tikrųjų paveldimumas priklauso nuo dalelių, vadinamų genais, tačiau dauguma požymių yra susiję su dešimtimis genų, o ne vienu, kaip žirnių spalvos genas. Kiekvienas genas pasireiškia menkai, bet visi drauge jie daro didelį poveikį. Raudonų ir mėlynų karoliukų mišinys rodo, kaip bendras daugelio genų veikimas gali duoti rezultatą, kuris primena susiliejantį paveldimumą, bet šis rezultatas yra tik paviršutiniškas. Pasodinus hibridus purpuriniais žiedais galima vėl gauti augalus mėlynais bei raudonais žiedais. Kaip ir karoliukus, genus galima vėl atskirti.



Kitaip negu sumaišytą skirtingų spalvų rašalą, skirtingus spalvotus karoliukus galima vėl atskirti



T. H. MORGANAS (1866–1945)

Tomas Hantas Morganas (Morgan) vaisines museles pradėjo tirti 1907 m. 1911 m. jis įrodė, kad genai išsidėstę chromosomose. Jo darbas padėjo išaiškinti, kad beveik visus požymius lemia daug genų.

UŽAUGINTOS STIKLAINIUOSE

Tirti vaisines museles (*Drosophila*) kur kas lengviau negu augalus. Jas galima laikyti stiklainiuose, vaisinės muselės greitai veisiasi, o jų genuose dažnai vyksta spontaniški pokyčiai, vadinami mutacijomis. Dirbant su šiomis muselėmis Morganui pavyko nustatyti specifinę kiekvieno geno buvimo chromosomoje vietą, arba „lokusą“. Chromosomos yra išsidėsčiusios branduolyje, kuris yra ląstelių viduryje.



Normali muselė



Mažytė mutantinė vaisinė muselė



Šios vaisinės muselės yra trys mutacijos



Normali muselė



GENŲ VIETA

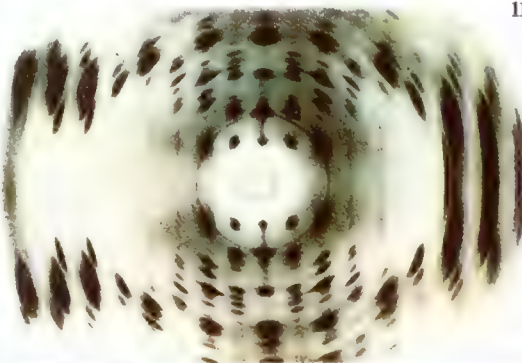
Vaisinės muselės naudingos genetikams dar vienu požiūriu – jų seilių liaukose yra milžiniškos chromosomos, kurias dėl dydžio lengviau tirti negu normalias chromosomas. Kiekviena linija chromosomose atitinka individualią geno vietą, arba lokusą. Dabar žinoma, kad genai susideda iš DNR (p. 52).

DNR mįslės įminimas



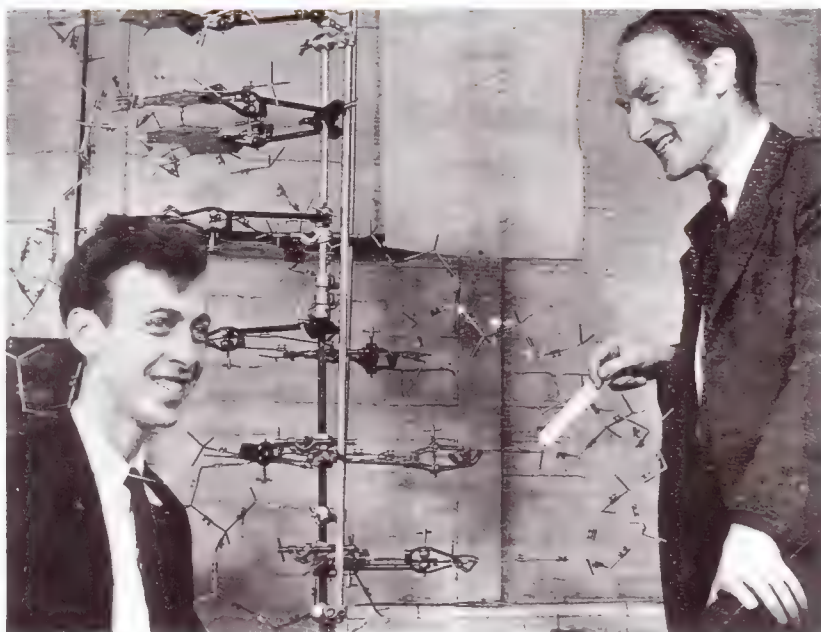
RENTGENO VAIZDAS

Rozalinda Franklin (Franklin; 1921–1958) naudodama rentgeno difrakciją tyrė DNR kristalus. Pro kristalą praėjusių rentgeno spindulių išsisklaidymo ypatybės parodo kristale esančios molekulės sandarą ir chemines savybes. Rozalindos Franklin gautos fotografijos patvirtino ankstesnes teorijas apie DNR, kad jos molekulė iš tikrųjų yra dviguba spirale.



MOLEKULIŲ FOTOGRAFIJA

Rozalindos Franklin padarytos rentgeno difrakcijos fotografijos taip pat parodė, kad DNR molekulės cukraus ir fosfato vienetai yra spiralės išorėje. Tai buvo labai svarbi informacija Votsonui ir Krikui.



Iki XX amžiaus 3 dešimtmečio jau tapo aišku, kad chromosomose (p. 51) yra genai. Buvo atrasta, kad chromosomose yra deoksiribonukleorūgštis (DNR) ir baltymas, bet niekas nežinojo, kuris iš jų yra paveldėjimo medžiaga. Džeimsas Votsonas (Watson; g. 1928) ir Fransis Krikas (Crick; g. 1916) spėjo, kad tai buvo DNR; jie tikėjosi, kad išsiaiškinę jo struktūrą galės suprasti paveldimumą. Jie buvo matę DNR rentgeno fotografijas ir žinojo įvairių jos komponentų formą bei chemines savybes. Pasinaudodami visa šia informacija jie bandė išaiškinti DNR struktūrą sudarydami modelius. Sėkmė atėjo 1953 m. Kaip jie ir tikėjosi, DNR struktūra atskleidė, kaip pasireiškia paveldimumas. Molekulė yra panaši į spiralę susuktas kopėčias. Kopėčių skersiniai susideda iš cheminių junginių, vadinamų bazėmis, po dvi vienam skersiniui (vadinamų bazių poromis). Yra keturi skirtingi bazių tipai (adeninas, timinas, citozinas ir guaninas). Svarbiausias Votsono ir Kriko laimėjimas buvo tas, kad jie išaiškino, jog adeninas gali sudaryti porą tik su timinu, o guaninas – tik su citozinu. Jie suvokė, kad tai galėtų leisti DNR dalytis ir tuo pačiu tobulai save nukopijuoti ir kad bazių seka išilgai molekulės galėtų savyje turėti genetinę informaciją.



DVIGUBOJI SPIRALĖ
Šioje iliustracijoje parodytos skirtingos bazių poros, kurios sudaro DNR molekulės skersinius. Kiekviena bazė jungiasi tik su ta pačia kita baze.

GYVYBĖS VIJOS

Kad galėtų save nukopijuoti, DNR molekulė pasidalija. Skiriantis bazių poroms abi spiralės vijos pamažu atsiskiria. Tada kiekvienoje vijoje naujos bazės sudaro poras su jau esamomis bazėmis. Tas faktas, kad kiekviena bazė gali sudaryti porą tik su ta pačia kita baze, užtikrina, kad kiekviena pradinės spiralės pusė tampa tikslia visos pradinės spiralės kopija. Štai taip paveldėjimo informacija perduodama iš vienos kartos į kitą. Tačiau kopijuojant retkarčiais padaroma klaida ir dėl to atsiranda genetinė mutacija (p. 32). Mutacijos gali pateikti evoliucijai vertingos medžiagos.

PRIZINIS MODELIS (kairėje)

Tai dalis DNR molekulės modelio originalo, kurį 1953 m. sukūrė Džeimsas Votsonas (kairėje) ir Fransis Krikas (dešinėje). Bazių poros, arba skersiniai, išsidėsčiusios išilgai DNR molekulės, regis, atsitiktine seka. Iš tikrųjų bazių seka yra kupina informacijos ir gali būti išversta pagal genetinį kodą.



GENETINIS KODAS

Iš šio DNR molekulės dvigubosios spiralės šiuolaikinio modelio matyti, kad dvi ilgos vijos, kurios sudaro spiralės „stuburą“, susideda iš identišių cukraus ir fosfato molekulių. Skiriasi tik bazės. Pradedant tam tikra spiralės vieta kiekviena trijų bazių grupė veikia kaip „kodonas“ ir išsiverčia į tam tikrą aminorūgštį. Ilga aminorūgščių gija, kuri susidaro skaitant tokiu būdu, sudaro baltymo viją. Kiekvienas genas susideda iš tūkstančių bazių ir kodų vieno baltymo vienai vijai. Į šių baltymų sudėtį įeina tūkstančiai skirtingų fermentų, kurie valdo visas kūne vykstančias chemines reakcijas. Tokios reakcijos veikia augimo, judėjimo, virškinimo ir visus kitus gyvybinius procesus, taip pat lemia elgseną. Duodama „įsakymus“ fermentų ir kitų baltymų forma DNR reguliuoja organizmų gyvybines funkcijas.

Gilės



NUODINGOS GILĖS

Dėl skirtumų DNR molekulėje Europos paprastosios voverės yra mažiau įmitusios negu Šiaurės Amerikos pilkosios voverės. Pilkosios voverės turi fermentą, kuris suskaido gilėse esančius toksinus, todėl žiemą jos gali maitintis gilėmis. Paprastosios voverės neturi DNR šiam fermentui susidaryti, todėl gilės joms nėra visavertis maistas. Didžiojoje Britanijoje jos beveik išnyko, daugiausia dėl konkurencijos su įvežtomis pilkosiomis voverėmis.

PAVELDĖTAS RAŠTAS

Himalajinio triušio kailio raštas yra genų mutacijos pasekmė. Mutacija verčia fermentą, gaminantį tamsų pigmentą (melaniną), aukštesnėje temperatūroje suirti. Šis fermentas veikia tik vėsesnėse kūno vietose, tokiose kaip ausys ir letenos. Tai reiškia, kad melanino yra tik šiose vietose.



Himalajinis triušis

Cukraus molekulė

Fosfato molekulė

Cukraus molekulė

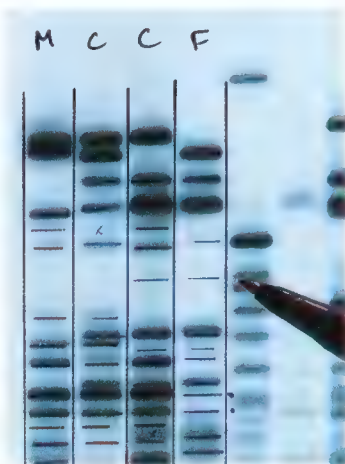
Bazė

Bazė

Susijungusios molekulės, kurios sudaro vieną DNR spiralės viją

Antroji spiralės vija

Molekuliniai įrodymai



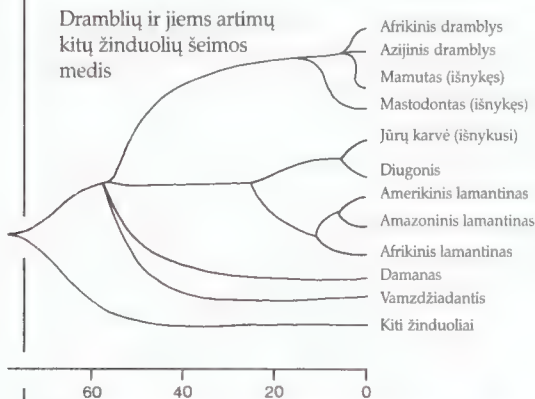
DNR ATSPAUDAI

DNR lyginimas – naudingas būdas išaiškinant, kaip artimai giminingi yra dabar gyvenantieji organizmai. Čia dviejų vaikų (C ir C) DNR yra lyginama su abiejų jų tėvų (M ir F) DNR. Šis metodo variantas vadinamas DNR atspaudų gavimu. Jį galima panaudoti, pavyzdžiui, nustatant vaiko tėvą. DNR atspaudus taip pat galima paimti iš kraujo dėmių – jie kartais padeda išaiškinti nusikaltėjus.

VOTSONUI IR KRIKUI paskelbus savo darbus (p. 52) mokslininkai ir toliau tiria DNR. Jie atrado, kad pati DNR ir jos gaminami baltymai turi labai svarbių evoliucijos įrodymų. Jeigu iš bendro protėvio išsivysto dvi naujos rūšys, jų DNR, taigi ir baltymų molekulės, pradeda pamažu kisti ir atsiranda skirtumų. Skirtumų skaičius yra proporcingas laikui, nuo kada rūšys atsiskyrė. Šis atradimas buvo padarytas XX amžiaus 7 dešimtmetyje, o galimą aiškinimą pasiūlė japonų mokslininkas Motoo Kimura. Jis iškėlė mintį, kad daugelis mutacijų (p. 32) neturi nei gero, nei blogo poveikio. Jis pavadino jas neutraliomis mutacijomis. Tokia mutacija galėtų pakeisti vieną iš aminorūgščių baltymo molekulėje (p. 53) nedarydama įtakos organizmo viduje baltymo atliekamam darbui. Dėl Kimuros teorijos vis dar ginčijamasi, tačiau faktas, kad mutacijos kaupiasi reguliariu greičiu, nekelia jokių abejonių. Tai tarsi organizmo viduje esančios molekulės savyje turėtų pastoviai tiksinti laikrodį, kuris kuria praeities metraštį. Tą galima panaudoti norint patikrinti evoliucijos medžių, sudarytų remiantis fosilijomis arba dabar gyvenančių organizmų sandaros palyginimais, tikslumą. Šis nepriklausomas įrodymų šaltinis didžia dalimi patvirtina jau sukurtus evoliucijos medžius ir rodo, kad mokslinės idėjos apie evoliuciją yra teisingos.

SMARKIAI UŽŠALES

Įšalusiyo Sibiro žemėje kartais randami jau išnykusių mamutų kūnai. Šiose liekanose vis dar yra DNR, tačiau ji iš dalies jau būna suirusi. Šią senų laikų DNR galima palyginti su mamutui giminingo dramblio DNR.



BALTYMAI IŠ PRAEITIES

Vienas paprastas baltymų lyginimo būdas yra imunitinės sistemos panaudojimas. Ji padeda gyvūnams gintis nuo ligų. Imunitinė sistema labai specifiskai reaguoja į svetimas medžiagas, todėl paskiepijus gyvūną, pavyzdžiui, triušį, iš dramblio paimtais baltymais, jo imunitinė sistema taip pat reaguos ir į dramblio giminaičio, pavyzdžiui, mamuto, baltymus, tik ne taip stipriai. Kuo artimesnis giminingumas, tuo stipresnė reakcija. Šitai buvo sudarytas dramblių ir jų artimų giminaičių šeimos medis (kairėje).

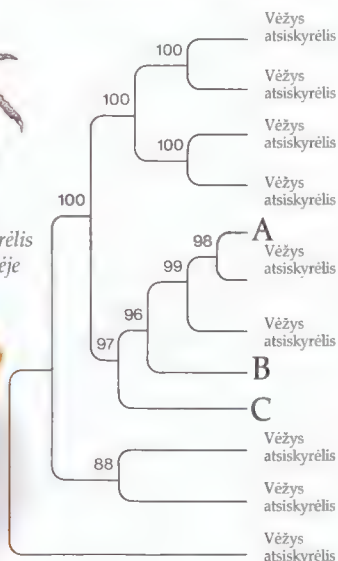


Gerai išsilaikęs mamutas iš Sibiro

Chronologinė lentelė (prieš kiek milijonų metų)



Vėžys
atsiskyrėlis
kriauklėje



TEORIJOS PATIKRINIMAS

Vėžiai atsiskyrėliai yra maži, todėl įsikuria moliuskų kriauklėse, be kurių negalėtų išsiversti. Dėl įpročio gyventi spirale susisukusiose kriauklėse užpakalinę jų kūno dalis – pilvelis – yra išlenkia į vieną pusę. Kamčiatkiniai krabai yra dideli ir niekada negyvena kriauklėse, tačiau zoologai spėjo, kad jie išsivystė iš vėžių atsiskyrėlių, nes jų pilvelis šiek tiek asimetriškas, kaip ir vėžių atsiskyrėlių. Kai buvo sukurtas DNR lyginimo metodas, zoologams atsirado galimybė patikrinti šią teoriją. Jie paėmė DNR iš daugelio skirtingų vėžių atsiskyrėlių rūšių ir iš kamčiatkinių krabų. Palyginimai parodė, kad kamčiatkiniai krabai iš tiesų labai artimai giminingi vėžiams atsiskyrėliams (kairėje). Kalbant apie mamutus, dramblius ir jūrų karves DNR patvirtino tai, kas jau ir buvo nustatyta remiantis tradiciniais įrodymais.

E



F



G



H

Žinduolis

PASAKYK TAI SU VĖLIAVĖLĖMIS

Dviejų vėliavėlių signalizacijos sistema, kaip ir dauguma kodų, yra sutartinis dalykas. Nėra jokios priežasties, kodėl kaire ranka ištiesta vėliavėlė turėtų reikšti „F“, bet visi, naudojantys šį kodą, žino, kad ji reiškia būtent „F“. Taip ir genetinis kodas, kuriuo DNR išverčiama į baltymą, yra sutartinis dalykas. Trys bazės DNR molekulėje, citozinas-citozinas-guaninas (tokia seka) baltymo vijoje koduoja aminorūgštį prolina. Vis dėlto, nėra jokios priežasties, kodėl jos turėtų koduoti prolina, o ne kurią nors kitą aminorūgštį.

Grybas



Skorpionas



Pintis



Vabzdys

Žydintis augalas



Moliuskas



VIENAS KODAS VISIEMS

Labai svarus evoliucijos įrodymas yra tai, kad visi gyvi organizmai – nuo vabzdžių iki grybų ir nuo žmogaus iki viruso – turi tą patį genetinį kodą (p. 53). Jeigu iš pat pradžių buvo daugiau negu viena gyvybės forma, tai kodėl jos visos turėjo priimti kaip tik šį vienodą kodą, kuriame kiekvienas kodonas (trys DNR bazės) įgavo nustatytą, bet visiškai tą pačią sutartinę reikšmę? Kita vertus, jeigu visos gyvybės formos yra kilusios iš vieno protėvio, tai įgauna prasmę. Sykį kodui įsitvirtinus būtų labai sunku kode atsirasti kokiems nors pokyčiams, nes jie pakeistų visą sistemą, padarydami baltymų gamybą neįmanomą. Matyt, šis kodas atsirado labai ankstyvoje gyvybės raidos stadijoje. Fosilijos rodo, kad pačios pirmosios gyvybės formos buvo bakterijos (p. 56), taigi, galimas daiktas, kad jos ir „sukūrė“ genetinį kodą, kurį dabar turi visi gyvi organizmai.



ENERGIJOS INDĖLIS

Gyvuose organizmuose randamos cheminės medžiagos kur kas sudėtingesnės už medžiagas, randamas uolienose arba ore. Kad iš paprastų molekulių atsirastų sudėtingos, reikia energijos. Šios energijos galimas šaltinis pirmykštėje Žemėje buvo žaibas.



DEGUONIES REVOLIUCIJA

Gamindamos sau maistą kai kurios bakterijos naudoja saulės energiją, panašiai kaip augalai, ir šio proceso metu išskiria deguonies dujas. Kai prieš 2,5 milijardų metų atsirado pirmosios iš šių bakterijų, jos pradėjo gaminti deguonį, kuris pamažu kaupėsi ore. Deguonis jungėsi su uolienose esančia geležimi tuo metu sukurdamas geležies rūdos intarpus (dešinėje). Deguonis taip smarkiai pakeitė Žemės sąlygas, kad daugelis gyvų organizmų išnyko. Ilgainiui ore esančio deguonies dėka atsirado nauji, didesni ir aktyvesni gyvūnai. Tokios veiklos gyvybės formos būtų buvusios neįmanomos be deguonies.

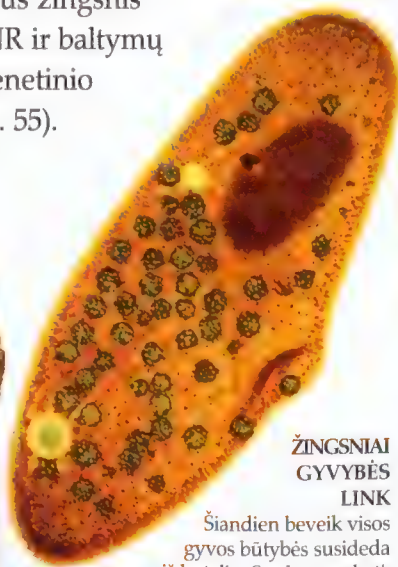
Gyvybės kilmė

KAIP ATsirado GYVYBĖ? Ar galėjo ji atsirasti iš negyvos medžiagos vykstant paprastiems cheminiams procesams? Pačios seniausios fosilijos yra bakterijų ląstelės, kurių amžius 3,8 milijardų metų. Nėra jokių svarių įrodymų, kaip iki tol vyko gyvybės evoliucija, todėl mokslininkams šiuos klausimus tenka aiškintis kitais būdais. Vienas iš jų yra bandyti atkurti sąlygas, buvusias pirmykštėje Žemėje. Tokie eksperimentai pirmą kartą buvo atlikti XX amžiaus 6 dešimtmetyje ir, daugelio žmonių nuostabai, buvo lengvai gautos tam tikros cheminės medžiagos, kurios randamos tik gyvuose organizmuose, tarp jų baltymų statybiniai blokai – DNR ir RNR (į DNR panaši molekulė, dalyvaujanti baltymų gamyboje). Jeigu tokios sudėtingos molekulės, kaip šios, galėjo spontaniškai atsirasti prieš milijardus metų, tai kodėl jos to nedaro šiandien? Taip yra todėl, kad dabartinės sąlygos yra visiškai kitokios. Bet svarbiausia tai, kad ore yra deguonies, tuo tarpu tada Žemės atmosferoje jo beveik nebuvo. Pirmykštėje Žemėje, susidarius sudėtingiems cheminiams junginiams, prieš jiems tampant tikrais gyvaisiais organizmais būtų reikėję kelių svarbių žingsnių. Kai kurių mokslininkų nuomone, pirmasis svarbiausias žingsnis buvo RNR molekulės susiformavimas, kuri gebėjo tiksliai save nukopijuoti. Neseniai mažos tokio tipo

molekulės buvo sukurtos laboratorijoje. Antrasis svarbus žingsnis buvo ryšio tarp RNR ir baltymų susidarymas bei genetinio kodo sukūrimas (p. 55).

PRASIDEDA SAVARANKIŠKUMAS

Pirmosios bakterijos tikriausiai gyveno maitindamosi sudėtingomis cheminėmis medžiagomis, kurios vis dar buvo gaminamos, tačiau laikui bėgant jos suvartodavo daugiau negu buvo pagaminama. Ištekliams išsekus daugelis bakterijų turbūt išmirė, bet atsirado kitos, kurios pačios galėjo pasigaminti maisto. Joms priklausė melsvabakterės, arba melsvadžumbliai (kairėje).



ŽINGSNIAI GYVYBĖS LINK

Šiandien beveik visos gyvos būtybės susideda iš ląstelių. Sunku pasakyti, kada gyvi organizmai tapo ląsteliniais. Vieni teoretikai teigia, kad pačios pirmosios gyvybės formos buvo plikos RNR molekulės, visai neturėjusios membranos. Kiti mano, kad pirma, dar anksčiau už RNR, atsirado tam tikra membrana. Jie nurodo, kad tam tikros didelės molekulės savaime suformuoja lašelius, kurių viduje galėtų kauptis kitos molekulės.

SANDARUS VIENETAS

Ląstelė labai primena povandeninį laivą. Ląstelės membrana veikia kaip korpusas sukurdamas sandarų vienetą, kuriame galima atidžiai kontroliuoti vidines sąlygas. Į ląstelę patekti ir iš jos išeiti leidžiama tik tam tikroms medžiagoms.



Elektros tiekimas

Elektrodas

GYVYBĖS KIBIRKŠTIS
Šiame aparate elektros iškrovos kibirkštis priverčia paprastos sandaros dujas jungtis ir sudaryti sudėtingas molekules, tokias kaip aminorūgštys (randamos baltymuose) ir bazės (randamos DNR ir RNR).

Vamzdelis, kuriuo cirkuliuoja dujos

Elektrodas

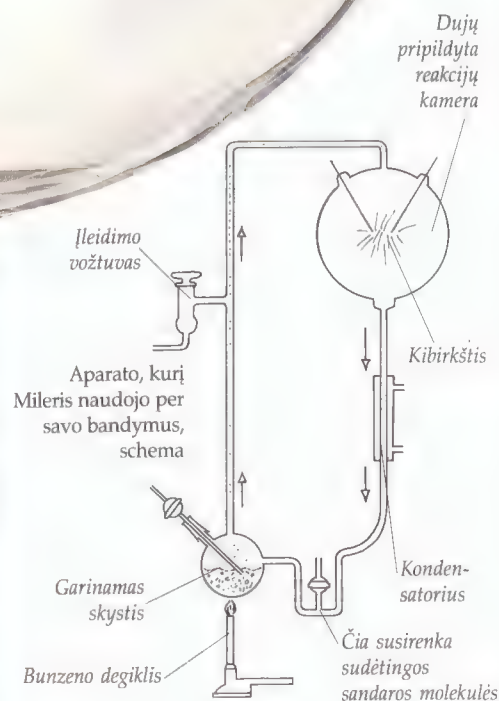
Gyvybės apyaušris?

XX amžiaus 6 dešimtmčio pradžioje amerikiečių chemikas Stenlis Mileris (Miller) atliko bandymus norėdamas patikrinti gyvybės atsiradimo idėjas. Iš savo aparato jis pašalino visą deguonį ir pripildė jį metanu, amoniaku, vandeniliu ir vandens garais, sukurdamas pirmykštės Žemės atmosferą. Mileris leido elektros kibirkštį imituodamas žaibo blyksnius, kurie tikriausiai galėjo būti energijos šaltinis. Bandymo pabaigoje aparate buvo sudėtingos sandaros molekulių, kurios randamos tik gyvuose organizmuose. Kol kas tik vienam eksperimentuotojui pavyko priversti šiuos statybinius blokus savaime jungtis į ilgesnes molekules, tokias kaip DNR arba RNR. Be jokios abejonės, tai buvo sekantis svarbus žingsnis gyvybės evoliucijoje.



MOKSLINIAI SPĖJIMAI

Stenlis Mileris, kurį čia matome dirbantį savo laboratorijoje, teigė, kad ugnikalnių išmetamos dujos tikriausiai padėjo sukurti pirmykštės Žemės atmosferą. Kiti mokslininkai su tuo sutinka, bet kai kurie nesutaria, kokios būtent buvo tos dujos. Jie žino, kad deguonies buvo mažai ir kad ore galbūt buvo vandens garų, bet daugiau duomenų apie pirmykštės Žemės atmosferą beveik nėra. Remiantis moksliniais spėjimais buvo išbandyti keli galimi dujų deriniai. Išaiškėjo, kad beveik visi jie sukuria sudėtingas chemines medžiagas, būdingas gyviems organizmams.



Mokslas ir tikėjimas



BEŽDŽIONĖ AR ANGELAS?

Ši XIX amžiaus prancūzų karikatūra vaizduoja Darviną, panašų į beždžionę ir šokantį per lengvatikybės ir nemokšiško lankus, kuriuos laiko Darvino šalininkas – prancūzų fizikas ir filosofas Maksimiljenas Litre (Littre; 1801–1881). Įrodymai, kad žmogus evoliucijos būdu kilo iš į beždžionės panašių protėvių, yra labai svarūs (p. 63), tačiau ši idėja neduoda ramybės daugeliui žmonių. Alfredas Volis (p. 36) savo mokslo ir tikėjimo dilemą išsprendė teigdamas, kad nors žmogus iš tikrųjų evoliucionavo, jo siela kilo iš kažkokio antgamtinio šaltinio.

teorijas. (Dėl tos pačios priežasties mes paprastai nepastebime aplink mus vykstančios evoliucijos, net jeigu ji tęsiasi visą laiką.) Tačiau retkarčiais evoliucijos teorijas galima patikrinti gamtoje. Remiantis teorija apie tai, kaip evoliucionavo bendruomeniniai vabzdžiai, buvo padaryta prielaida apie žinduolių evoliuciją, o vėliau ją patvirtino atradimai apie plikąjį smėliaraušį. Gamtinės atrankos teorijos buvo patikrintos stebint švaresnio oro poveikį beržiniams šeriasprindžiams.

ŠVARESNIS ORAS, ŠVIESESNI DRUGIAI

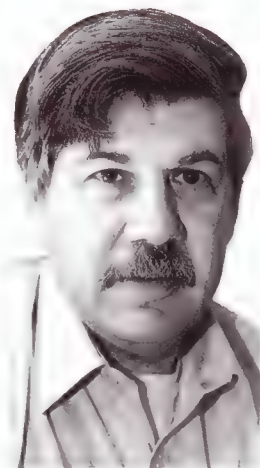
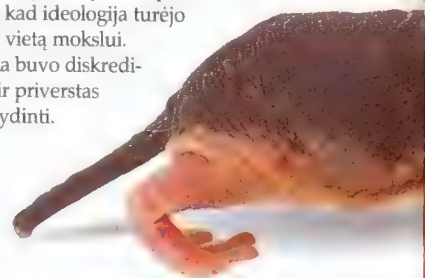
Pradedant XIX amžiaus 6 dešimtmečiu pramoninėse Anglijos srityse tamsi beržinio šeriasprindžio forma pakeitė šviesesnę formą. Mokslininkai spėjo, kad taip atsitiko dėl taršos, kuri sumažino blankios spalvos drugių maskuotę. Buvo manoma, kad čia pasireiškė vabzdžialesių paukščių sukelta gamtinė atranka. Kai XX amžiaus 8 dešimtmetyje buvo priimti įstatymai taršai sumažinti, įvyko netikėtas „eksperimentas“, kurio dėka mokslininkai galėjo patikrinti savo teoriją, aiškinančią tamsesnės formos išigalėjimo priežastis. Kaip ir buvo tikėtasi, per kitus kelerius metus, kai oras pasidarė švaresnis, tamsių drugių skaičius sumažėjo, o šviesesnių padidėjo.



NETEISINGAME KELYJE?

Ar galėjo mokslininkai visiškai klysti dėl evoliucijos? Taip kartais pareiškia šios teorijos priešininkai. Tačiau moksle klaidingos idėjos ilgai neišsilaiko, nes teorijas patikrina bandymų duomenys. Šį teiginį patvirtino Rusijos genetiko Trofimo Lysenkos (Lysenko; 1898–1976) atvejais. Jis pritarė Lamarko idėjoms (p. 13), nes jos atitiko komunistinę ideologiją, ir Stalino laikais iškilo į valdžią.

Lysenka persekiojo Mendelio teoriją (p. 50) remiančius genetikus ir daugelį metų darė poveikį genetikos mokslo plėtotei Sovietų Sąjungoje. Tačiau galiausiai Lamarko paveldimumo idėja paneigiantys įrodymai tapo tokie svarūs, kad ideologija turėjo užleisti vietą mokslui. Lysenka buvo diskredituotas ir priverstas atsistatydinti.



MOKSLAS IR SPAUDA

Stivenas Džėjus Guldas (Gould; g. 1942) – vienas iš tų mokslininkų, kurie nuolat tikrina ir ginčija evoliucijos teorijos detales. Deja, žurnalistai dažnai nepajėgia suprasti šio mokslinio proceso ir jiems atrodo, kad visa evoliucijos idėja yra abejotina. Todėl straipsnių, kuriuose aprašomos mokslinės diskusijos, antraštės būna skambios ir klaidingos, pavyzdžiui, pateiktoji žemiau.

Darvinas neteisus, teigia mokslininkas

Mūsų specialusis korespondentas



Mįslė ir prielaida

Bendruomeniniai vabzdžiai, tokie kaip bitės, vapsvos ir skruzdėlės, gyvena kolonijomis, kuriose viena patelė atveda visus palikuonis, o kiti kolonijos nariai rūpinasi gynyba ir maistu. Kaip galėjo išsivystyti tokie bendruomeniniai vabzdžiai, ilgą laiką buvo mįslė. XX amžiaus 8 dešimtmetyje į tai pabandė atsakyti amerikiečių zoologas Ričardas Aleksanderis (Alexander). Jis iškėlė mintį, kad iš vienos rūšies vabzdžių, kurie rūpinasi savo jaunikliais ir gyvena gerai apsaugotame lizde, į kurią atnešama maisto arba kuriame yra jo daug sukaupta, galėjo išsirutulioti bendruomeniniai vabzdžiai. Jis taip pat padarė drąsią prielaidą, kad taip galėjo išsivystyti ir bendruomeniniai žinduoliai, gyvenantys panašiai kaip ir šie vabzdžiai.

VAPSVŲ LIZDAS

Vapsvos yra bendruomeniniai vabzdžiai, kaip bitės ir termitai. Kiekviena kolonija įrengia sudėtingą lizdą ir šio lizdo viduje gali saugiai įsitaisyti viena patelė, kurią maitina kitos vapsvos. Ji atveda visus jauniklius. Kitos vapsvos gina koloniją arba išskrenda ieškoti maisto. Jeigu jos žūva, jų genai perduodami kitai kartai, nes tuos genus turi ir motinė. Iki 1976 m. šis savotiškas gyvenimo būdas buvo žinomas tik tarp vabzdžių.

RAUSIANT AKLAI

Kaip ir vapsva darbininkė, plikasis smėliarausis darbininkas gina koloniją, atneša jaunikliams maisto arba žemėje rausia urvus ir ieško šakniastiebių, kuriais minta kolonija. Rausdamasis jis gali sučiupti burną už priekinių dantų, kad neprisirytų žemių. Jis beveik aklas ir retai kada išlenda į dienos šviesą.



Darbininkas, renkantis maistą



Kauburiai, kuriuos palieka tunelius rausdamas plikasis smėliarausis

NEĮTIKIMAS ŽINDUOLIS

Aleksanderis manė, kad galėtų būti žinduolis, kuriam, kaip ir bitėms, būdingas bendruomeninis gyvenimo būdas. Jis spėjo, kad jeigu toks žinduolis iš tikrųjų yra, tai jis tikriausiai gyvena ten, kur būna ilgas sausasis laikotarpis ir ten augantys augalai turi didžiulius šakniastiebius. Tas žinduolis turėtų rausti urvus ir greta šių šakniastiebių įrengti požeminę koloniją – savo „maisto tvirtovę“. Ir iš tikrųjų po kelerių metų Pietų Afrikos zoologas Dženiferis Džarvis (Jarvis) atskleidė, kad Rytų Afrikos žinduolis plikasis smėliarausis gyvena būtent taip, kaip buvo numatęs Aleksanderis.



Plikųjų smėliarausių motinė. Urvė

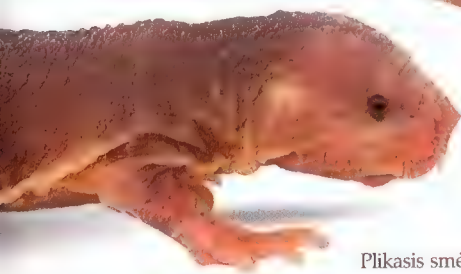
VIENKARTINIS DARBININKAS

Darbininkai gyvena ir miršta neturėdami palikuonių. Kai koloniją užpuola gyvatė, darbininkai gali paaukoti savo gyvybę, kad apgintų koloniją, – lygiai taip, kaip ir bitės darbininkės.

POŽEMIO KARALIENĖ
Iš visos plikųjų smėliarausių kolonijos motinė. Vienintelė veda jauniklius. Savo viešpataujanciu elgesiu ji neleidžia kitoms patelėms turėti palikuonių. Ginama stiprių darbininkų ji saugiai įsikuria giliausioje urvo dalyje (viršuje). Lizdo kameroje ji žindo jauniklius (dešinėje), kol šie užauga pakankamai dideli ir juos jau gali šakniastiebiais maitinti darbininkai.



Plikojo smėliarausio jaunikliai žinda motinė. Spenius



Plikasis smėliarausis darbininkas



Motinė. Yra didesnė už darbininkus



KAI DAR NEBUVO GYVYBĖS

Meteoritai susiformavo tuo pačiu metu, kaip ir Žemė (p. 29). Žemės pluta sukietėjo prieš 4,5 milijardų metų, tačiau dar milijonus metų gyvybės Žemėje nebuvo. Nors apie gyvybės atsiradimo pradžią galima tik spėlioti (p. 56), pirmosios yra bakterijų fosilijos, kurių amžius maždaug 3,8 milijardų metų.



BAKTERIJŲ FOSILIJOS

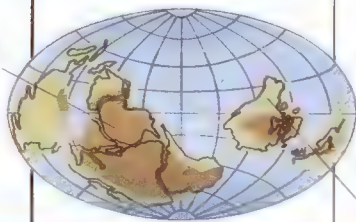
Iš bakterijų išsivystė daug tipų, kuriems būdingas skirtingas maisto gavimo būdas. Kai kurios melsvabakterės (p. 56) sudaro kolonijas, kurios tokios didelės, kad matomos be mikroskopo.



JAU DIDESNI

Tikrai prekambro pabaigos fosilijose jau atsiranda keli daugialąsčiai gyvūnai. Dauguma jų priklauso Ediakaros faunai (p. 47).

Sausa žemė



KAMBRO SPROGIMAS

Kambro periodo fosilijose staiga pasirodo labai daug daugialąsčių gyvūnų (p. 26).

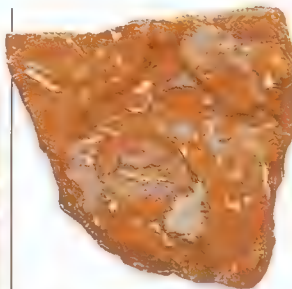
BERDŽESO SKALŪNAI

Kambro uolienose aptinkama daug įvairių bestuburių gyvūnų grupių.



ŽEMYNŲ DREIFAS

Per visą gyvybės istoriją žemynai judėjo Žemės rutuliu. Keitėsi klimatas, o jūros lygis daug kartų kilo ir slūgo.



IŠLIKĘ GYVI PAPRASTI ORGANIZMAI

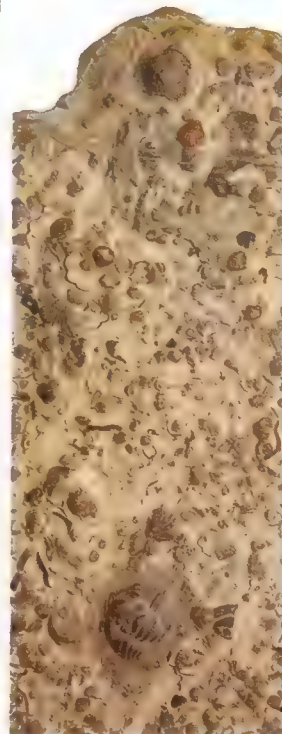
Šioje iškastinių samangyvių kolonijoje kiekvienoje angoje buvo po vieną mažytį gyvūną. Šiandien randami samangyviai, kaip ir daugelis kitų paprastos sandaros gyvūnų, per milijonus metų mažai tepasikeitė.



NAUTILIDAS

Ilgą krauklę turintys nautilidai, pavyzdžiui, *Orthoceras* (p. 27), buvo vieni iš bestuburių gyvūnų, paplitusių ordoviko periodo jūrose.

Sekli jūra



SILŪRO JŪROS

Ordoviko ir silūro periode buvo plačiai paplitę gausūs primityvūs vėžiagyviai, vadinami trilobitais. Suakmenėję maitinimosi pėdsakai rodo, kad jie gyveno jūros dugne. Vėliau trilobitai išnyko. Tuo metu gyveno ir milžiniški jūriniai skorpionai – dideli, iki 2 m ilgio šarvuoti gyvūnai su didžiulėmis žnyplėmis, kurie taip pat išnyko.

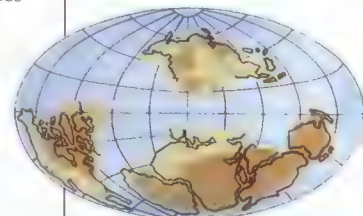


ŠARVUOTOSIOS ŽUVYS

Pirmųjų žuvų kūną dengė kaulinių šarvų plokštelės, tikriausiai saugančios nuo tada gausiai paplitusių didžiųjų jūrinių skorpionų.

ŽUVŲ AMŽIUS

Devono periode Žemė atrodė štai taip. Klimatas buvo karštas, o jūros lygis krito. Karštis ir sausra darė įtaką evoliucijos procesui. Džiūstant upės ir tvenkiniai susidarė sąlygos susiformuoti plaučiams ir žuvims išeiti į sausumą (p. 42). Vėliau iš vienos žuvų grupės išsirutuliojo varliagyviai. Kitų žuvų plaučiai virto plaukiojamąja pūsle.



PREKAMBRAS

KAMBRO PERIODAS

ORDOVIKO PERIODAS

SILŪRO PERIODAS

DEVONO PERIODAS

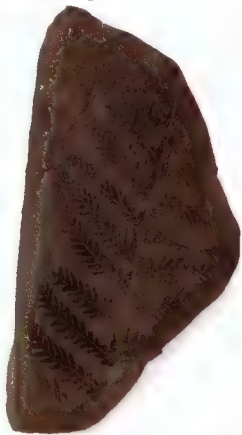
PALEOZOJAUS ERA

LAIKO TARPSNIS

Paprasti vienaląsčiai gyvūnai, daugiausia bakterijos, beveik 3 milijardus metų buvo vieninteliai gyvi organizmai Žemėje. Palyginti su tuo, dinosauro išnykimas mezozojaus pabaigoje, prieš 65 milijonus metų, atrodo visai nesenas įvykis, kaip ir dabartinio žmogaus atsiradimas prieš 40 000 metų.

SUAKMENĖJĘS PAPARTIS

Augalai, kaip ir gyvūnai išsivystė iš bakterijų protėvių, tikriausiai vėlyvajame prekambre. Patys paprasčiausi augalai buvo vienaląsčiai dumbliai. Iš jų išsivystė jūriniai dumbliai, samanos, paparčiai, medžiai ir visi kiti praeities bei dabarties augalai.



GYVYBĖ SAUSUMOJE

Iki ankstyvojo devono gyvybė egzistavo vien tik jūroje, bet prieš pat karboną įkandin augalų sausumoje pasirodė žuvis ir vabzdžiai. Iš kai kurių žuvų išsivystė varliagyviai, kurie gyvena didžiuliuose mižiniškų asiūklių ir papurčių miškuose.



Geochronologinė lentelė

PR. 3500 MLN. M.

PR. 2000 MLN. M.

PREKAMBRAS

PALEOZOJUS

MEZOZOJUS

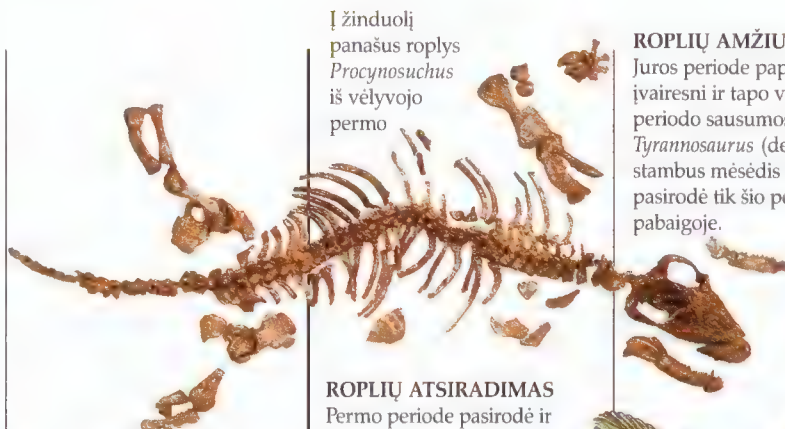
KAINOZOJUS

PRIEŠ 4500 MILIJONŲ METŲ
(Pr. mln. m.)

Pasirodo pirmosios bakterijos

Atmosferoje kaupiasi deguonis

Pirmosios daugialąsčių gyvūnų fosilijos



I žinduolių panašus roplis *Procynosuchus* iš vėlyvojo permo

ROPLIŲ ATSIKADIMAS

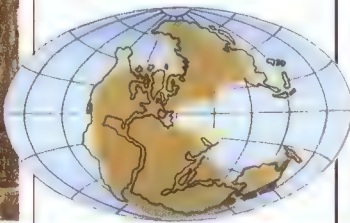
Permo periode pasirodė ir labai plačiai paplito gausybė pirmykščių, į žinduolių panašių roplių. Nemažai jų išmirė permo pabaigoje, kartu su daugeliu varliagyvių. Susidarė sąlygos naujai roplių evoliucijos fazei. Triase, kartu su dinosauro protėviais, pasirodė ir suklestėjo labiau išsivystę, į žinduolių panašūs ropliai.

KEISTA FOSILIJA

Pleišto pavidalo varliagyvis *Diplocaulus* gyveno perme. Šioje fosilijoje trūksta kojų.

SUPERŽEMYNAS

Permo pabaigoje išmirė daugiau kaip 90% visų rūšių. Tai buvo didžiausias visų laikų masinis išnykimas (p. 46). Permo periode visi žemynai susijungė sudarė vieną milžinišką žemyną, vadinamą Pangėja.



IŠLIKĘ GYVI

Iki triaso dauguma nautilidų turėjo smarkiai susisukusią kriauklę. Labiau specializuoti amonitai išnyko kretos periodo pabaigoje, bet kai kurie nautilidai išliko.

ROPLIŲ AMŽIUS

Juros periode paplito dinosaurai. Jie pasidarė įvairesni ir tapo vyraujančiais kretos periodo sausumos gyvūnais. *Tyrannosaurus* (dešinėje), stambus mėsdėis dinosauros, pasirodė tik šio periodo pabaigoje.



VEGETARAS DINOZAURAS

Iguanodontas (*Iguanodon*; žemiau), žolėdis dinosauros, buvo labai paplitęs kretos periodo viduryje, bet vėliau išmirė. Per visą šį periodą išsirutuliojo daug naujų dinosauro rūšių, tuo tarpu kiti išnyko.



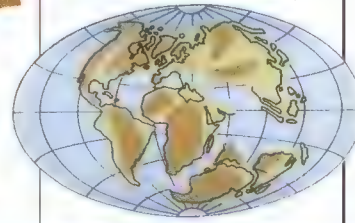
PIRMASIS PAUKŠTIS

Archeopterikso (*Archaeopteryx*) iškastinės liekanos leidžia manyti, kad paukščiai pradėjo vystytis iš dinosauro jūros periode.



KINTANTIS PASAULIS

Kretos periodo pabaigoje vienintelis superžemynas suskilo ir atsiskyrė žemynai nuslinko į savo dabartinę padėtį. Mezozojaus eros pabaigoje įvyko masinis išnykimas, per kurį išmirė visi dinosaurai ir daug kitų gyvūnų.



VARLĖS FOSILIJA

Po permo periodo varliagyviai niekada nebuvo vėl taip plačiai paplitę ar tokie įvairūs, bet jie paliko nemažai palikuonių, daugiausia mažų gyvūnų, tokių kaip varlės, salamandros, tritonai.

KARBONO PERIODAS

PERMO PERIODAS

TRIASO PERIODAS

JUROS PERIODAS

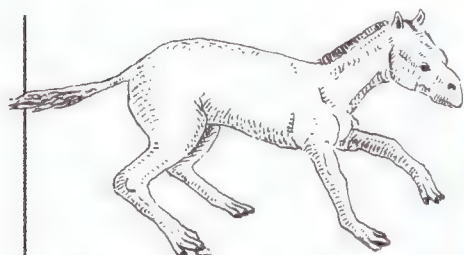
KREIDOS PERIODAS

PALEOZOJAUS ERA

MEZOZOJAUS ERA

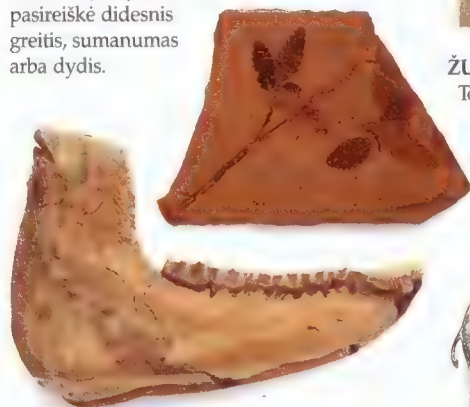
Iki mūsų dienų

PER PRAEJUSIUS 65 MILIJONUS METŲ žinduoliai buvo viešpataujantys sausumos gyvūnai. Jų protėviai buvo maži naktiniai gyvūnai, kurie prieš 200 milijonų metų išsivystė iš žinduolių panašių roplių. Dinozaurų amžiuje jie išliko maži ir nepastebimi, tačiau tuščioje vietoje, kurią paliko išnykę dinozaurai, žinduoliai sparčiai evoliucionavo darydamiesi didesni ir įvairesni. Tą patį galima pasakyti ir apie paukščius, tačiau jų kaulai trapūs ir retai kada suakmenėja, todėl tarp žinomų fosilijų paukščiai yra gana reti.



PIRMYKŠTIS ARKLYS

Hyracotherium yra seniausia į arklių panaši fosilija, kurios amžius 55 milijonai metų. Tą faktą, kad evoliucija nėra tolygus tobulėjantis ėjimas pirmyn, gerai iliustruoja arklys (p. 48) ir žinduolių evoliucija apskritai. Tačiau kai kuriose žinduolių linijose pasireiškė didesnis greitis, sumanumas arba dydis.

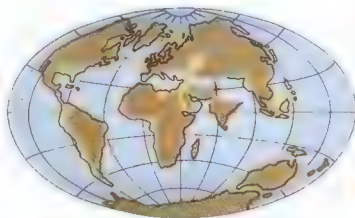


LINIJOS PABAIGA

Išnykęs *Palaeotherium* yra žinomas iš šio žandikaulio ir kitų fosilijų. Tai buvo į tapyrą panašus gyvūnas.

EVOLIUCIJOS SALOS

Žemynų atsiskyrimas padarė didelę įtaką žinduolių evoliucijai: izoliuotose žemynuose išsivystė savitos grupės.



ŽUVYS IR AUGALAI

Toliau evoliucionuoja ne vien tiktai vyraujantieji gyvūnai (pavyzdžiui, žinduoliai), nors jų raida mokslininkus domina labiausiai. Kainozojuje kito žuvys (viršuje), augalai (kairėje) ir kiti gyvi padarai.

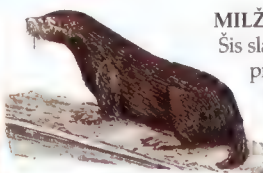


BEVEIK DRAMBLYS

Phiomia vadinama fosilija priklauso tai grupei, iš kurios vėliau kilo drambliai, mamutai ir mastodontai.

DANTIS IT KARDAS

Atsiradę dideli, į tigrus panašūs grobuonys su didžiuliais duriančiais dantimis galėjo medžioti lėtai judančius, storaodžius gyvūnus, tokius kaip mamutai.



MILŽINAS MASTODONTAS

Šis slankstelis (žemiau) priklauso mastodontui (p. 14) – į dramblį panašiam gyvūnui, kuris maitinosi medžių lapais.

Amerikinis mastodontas išgyveno iki kvartero periodo ir išmirė tik maždaug prieš 10 000 metų. Kaip ir daugelis kitų stambių žinduolių, kurie išmirė tuo metu, juos tikriausiai išnaikino žmonės.



SENOVINĖ BEŽDŽIONĖ

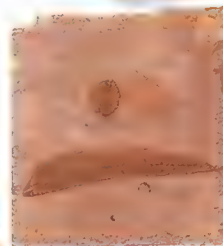
Proconsul buvo pirmykštė žmoginė beždžionė, gyvenusi maždaug prieš 20 milijonų metų. Žmoginės beždžionės išsivystė iš šunbeždžionių. Prieš 20 milijonų metų jos buvo labai įvairios, bet

Žemės klimatui darantis sausesniam ir mažėjant miškams daugelis jų išmirė.

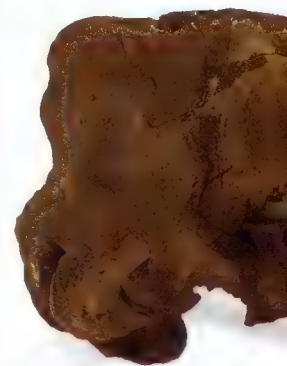


LABIAU IŠSIVYSTĘS LAPAS

Šie lapai, kurių amžius apie 20 milijonų metų, priklauso žiediniam augalui, vėliausiai išsivysčiusiai augalų formai. Šie augalai pasirodė tik kreidos periode. Iki to laiko vyravo spygliuočiai ir cikai.



Suakmenėję mioceno laikotarpio lapai



LEDYNMEČIO LOKYS

Šios urvinio lokio kaukolės amžius – apie 20 000 metų. Šie didžiuliai lokiai gyveno per paskutinį ledynmetį ir žiemos speigus ištvėrdavo miegodami urve. Kvartero periodo žinduoliai buvo labiau panašūs į dabartinius negu į terciaro žinduolius, tačiau daugelis jų buvo kur kas didesni už savo dabartinius giminaičius.



IŠNYKĘS PAUKŠTIS

Tiriant milžiniškų Naujosios Zelandijos paukščių moa (p. 25) liekanas galima įsivaizduoti, kas būtų galėję atsitiikti pasaulyje be žinduolių: jame būtų įsiviešpatavę paukščiai. Terciaro periodo pradžioje, kai visi žinduoliai buvo dar gana maži, vyravo paukščiai. Atsirado didžiuliai neskraidantys plėšrūs paukščiai, kurie medžiojo žinduolius.

TERCIARO PERIODAS

KAINOZOJAUS ERA



Taip, dailininko manymu, galėjo atrodyti gliptodontas



ŠARVUOTAS GYVŪNAS

Gliptodontas (*Glyptodon*), vienas iš daugelio unikalių Pietų Amerikos žinduolių, jau yra išnykęs. Pietų Amerika ilgą laiką buvo sala, bet nusiūgus jūros lygiui vėl susijungė su Šiaurės Amerika. Dėl konkurencijos su atvykėliais iš šiaurės daugelis Pietų Amerikos žinduolių išnyko.



Gliptodonto kaulinės plokštelės



PROTINGI NEANDERTALIEČIAI

Iš neandertaliečio kaukolės matyti, kad jo galvos smegenys buvo mažiausiai tokio pat dydžio, kaip ir dabartinio žmogaus. Buko ir žiaurus neandertaliečio įvaizdis paremtas klaidingu kaukolės tyrimu XIX amžiuje. Vis dėlto, jie buvo labai stiprūs ir kresni ir, rodos, gerai prisitaikė prie ledynmečio klimato.

DABARTINIS PASAULIS

Iki kvartero žemynai jau buvo beveik pasiekę dabartinę savo padėtį. Tačiau jie ir toliau iš lėto juda Žemės rutuliu ir kai kuriose vietose, pavyzdžiui, Kalifornijoje, tai sukelia žemės drebėjimus.

Kvartero periodu svarbus evoliucijos veiksnys buvo ledynmečiai (iš viso keturi), kurie atvėsino klimatą visame pasaulyje.



LAPŲ MĖGĖJAS

Megatherium – milžiniškas ant žemės gyvenęs Pietų Amerikos tinginys – tikriausiai maitinosi sėdėdamas ant užpakalinių kojų ir prisitraukdamas žemyn medžių šakas arba visą medį, kad pasiektų lapus.

KVARTERO PERIODAS

KAINOZOJAUS ERA

Žmogaus evoliucija

Fosiliniai duomenys pateikia aiškų vaizdą, kaip iš į beždžionę panašaus protėvio išsivystė vaikščančios stačiomis ir didelės galvos smegenis turinčios būtybės, vadinamos hominidais. Yra rasta daug kaukolių iš pereinamųjų stadijų, taip pat keli beveik pilni griaučiai. Jie rodo, kad vaikščiojimas stačiomis buvo pirmoji stadija ir kad po to galvos smegenys pamažu vis didėjo. Molekuliniai įrodymai (p. 54) liudija, kad hominidų ir žmonių beždžionių linijos atsiskyrė maždaug prieš 5 milijonus metų. Deja, Afrikoje, kur atsirado hominidai, yra mažai šio amžiaus fosilijų turinčių uolienų, o ankstyviausios fosilijos yra maždaug 3,5 milijonų metų amžiaus. Šie hominidai jau vaikščiojo stati. Pirmosios fosilijos, kurios pagal fizinius duomenis identiškos dabartiniam žmogui, yra 40 000 metų senumo.



Homo erectus
kaukolė



Titnago rankinis kirvis, darytas prieš 20 000 metų

ĮRANKIŲ GAMINIMAS

Iškastinės kaukolės, kaip ši *Homo erectus* kaukolė, rodo, kad žmogaus galvos smegenys palaipsniui darėsi didesnės, pradedant maždaug prieš 2,5 milijonų metų. Tuo pačiu metu gūbriai virš akių pasidarė mažesni, o veidas ir žandikaulis ėmė mažiau atsikišti. Kartu, matyt, didėjo sumanumas ir gebėjimas gaminti tobulesnius įrankius. Seniausi akmeniniai įrankiai, pagaminti Afrikoje maždaug prieš 2,5 milijonų metų, buvo paprastesni už čia parodytą rankinį kirvį.



Dabartinio žmogaus kaukolė

DIDESNĖS SMEGENYS

Didėjantis nuovokumas neabejotinai prisidėjo prie pirmųjų hominidų išlikimo. Pavyzdžiui, *Homo erectus* bendrai medžiojo stambius gyvūnus, todėl turėjo mokėti kalbėti ir būti nuovokūs. Tačiau aštrus dabartinių žmonių protas ir kūrybiškumas, atrodo, viršija tai, kas būtų galėję padėti išgyventi gamtoje. Sunku suvokti muzikinį talentą arba matematinius gabumus kaip gamtinės atrankos rezultata. Kartais žmogaus elgesys, tiek geras, tiek blogas, iš tikrųjų yra priešingas gamtinei atrankai.



Mocartas, muzikos vunderkindas

Rodyklė

A, B

Agasi (Agassiz), Luj 17
Agrias claudina ssp. 13
 akmenis anglis 11, 16, 44
 Aleksanderis (Alexander), Ričardas 59
 aleliai 50, 51
 amonitai 9, 26, 27, 46, 61
 apdulkinimas 21, 22, 50
 apvaisinimas 41, 50, 51
Archaeopteryx 42, 45, 61
 archeopteriksas 42, 45, 61
 arklys 23, 30, 41, 48, 62
 asilas 41, 48
 atrankinis veisimas 30
 augalai, atranka 30
 evoliucija 61, 62
 paplitimas 24
 violetai 50, 51
 selekciniškai 31
 Baklendas (Buckland), Viljamas 18
 bakterijos 48, 56, 61
 iškastinės 26, 55, 60
 bazės (DNR) 52, 53, 55, 57
 Beitsas (Bates), Henris 25
 Berdžeso skalūnai 47
 beržinis šėniasprandis 36, 58
 bestuburiai 46, 60
 Biblija 6, 10, 14, 16
 Biufonas (Buffon), Žoržas 40
 bombožygiai 43

C, Č, D

Cenoceras 27
Chalcides spp. 43
 chromosomos 51, 52
 Čeimbersas (Chambers), Robertas 19
 da Vinčis (da Vinci), Leonardas 10
 dantys 14, 15, 17
Archaeopteryx 45
Iguanodon 18
 kardadančio tigro 62
Procyonotuchus 27
 ryklio 9
 Darvinas (Darwin), Čarlsas 12, 19, 20–21, 22, 48
 dirbtinė atranka 30
 gamtinė atranka 28, 29, 34, 35, 36

kintamumas 32
 lytinė atranka 37
 paveldimumas 33
 prisitaikymas 24, 39, 42
 rūšys 40
 žmogaus evoliucija 58
 Darvinas (Darwin), Džordžas 29
 Darvinas (Darwin), Erazmas 21
 darvinizmas 43, 50
 deguonis 56, 57, 61
 delfinas 22, 23
 deliuvializmas 10
 devono periodas 60, 61
 dinozaurai 15, 18–19, 26, 45, 61
 išnykimas 46, 47, 62
Diplocaulus 61
 dirbtinė atranka 30–31
 DNR 31, 43, 51, 52–55
 kilmė 56, 57
 mutacija 32
 Dobžanskis (Dobzhansky), Teodosijus 41
 dominantiniai genai 33, 51
 dramblys 8, 15, 54
 evoliucija 44, 62
Drosophila 51
 drugiai 13, 33, 36, 41, 49
 dumbliai 61
 dviguboji spiralė 52, 53
 Džarvis (Jarvis), Dženiferis 59
 Džefersonas (Jefferson), Tomas 14, 15

E, F, G

Ediakaros fauna 26, 47, 60
Enaliarctos 44
Eozoon 26, 27
Equus 48
 erozija 16, 29
 evoliucijos medis 48–49, 54
 fenotipas 50
 fosilijos 8–11, 14, 22, 56
 geologiniai periodai 16, 17
 įrodymai 26–27, 55, 60
 pereinamosios formos 42, 44–45, 46
 Franklin (Franklin), Rozalinda 52
 gamtinė atranka 36–37, 43
 Darvinas 20, 22, 31, 33
 konkurencija 32, 34, 35
 mendelizmas 50
 prisitaikymas 38, 39, 42
 teorijos 58
 gamtos teologija 38, 39
 genai 50, 51, 52, 57
 genetika 41, 58

genetinis kodas 47, 52, 55, 56
 gentis 48
 geologiniai periodai 16, 17, 46, 61
 Getė (Goethe), Johanas 13
 gyvybės kilmė 56–57, 60
Glyptodon 24, 63
 gliptodontas 24, 63
Gomphoceras 27
 Grantas (Grant), Robertas 20
 Grėjus (Gray), Eizas 42
 griaučiai, hominido 63
 mastodonto 15
 Guldas (Gould), Stivenas
 Džėjus 58

H, I, J, K

Hakslis (Huxley), Tomas H. 48
 Hekelis (Haeckel), Ernastas 48
 Herodotas (Herodotus) 10
 hibridai 50, 51
Hyacotherium 48, 62
Homo erectus 63
 Hukeris (Hooker), Džozefas 24
Ichthyosaurus 18
 ichtiozauras 18
Iguanodon 18, 61
 iguanodontas 18, 19, 61
 išnykimas 14–15, 49, 63
 geologiniai periodai 17
 katastrofų teorija 16
 izoliuojantieji mechanizmai 22, 40, 41
 jūrinės kriauklės 10, 11, 32
 juros periodas 61
 kainozojas era 47, 61, 62
 kambro periodas 47, 60
 sprogimas 26, 46
 kamčiakinis krabas 54
 karbono periodas 61
 katastrofų teorija 16–17, 28
 kaukolės, dramblio 8
 hominido 63
 urvinio lokio 9, 62
 Kelvinas (Kelvin), lordas 29
 Kimura (Kimura), Motoo 54
 kintamumas 32–33, 36, 50
 Kiuri (Curie), Pjeras 29
 Kiuvjė (Cuvier), Žoržas 15, 16, 17, 18, 28
 klimatas 17, 38, 60, 63
 klodai 16, 17
 kova dėl būvio 32, 34–35, 36
 kreidos periodas 61, 62
 Krikas (Crick), Fransis 52, 54
 kvartero periodas 62

L, M, N, O

laivas *Beagle* 20, 21
 Lajelis (Lyell), Čarlsas 17, 20, 28, 29
 Lamarckas (Lamarck), Žanas
 Batistas de 12–13, 16, 21, 32
 teorija 20, 33
 lamarkizmas 12–13, 15, 58
Larus spp. 40
 latimerija 47
 laumžirgis 11, 49
 ledynmetis 8, 9, 17, 62, 63
 Lysenka (Lysenko), Trofimas 58
 lytinė atranka 37
 Litre (Littre), Maksimilijenas 58
 lokiai 39
 baltieji 35, 38
 urviniai 8, 62
 Maltusas (Malthus), Tomas 34
 mamutai 17, 44, 54, 62
 Mantelas (Mantell), Gideonas 18, 19
 masiniai išnykimai 16, 17, 46, 47, 61
 maskuotė 36, 58
 mastodontas 14, 15, 44, 54, 62
Megalosaurus 18
Megatherium 14, 63
 melsvabakterės 26, 56, 60
 melsvadumbliai 26, 56
 Mendelis (Mendel), Gregoras 33, 50–51, 58
Merychippus 48
Mesohippus 48
 mezozojoja era 46, 61
Miacis 44
 migracija 24, 40
 Mileris (Miller), Hjū 17
 Mileris (Miller), Stenlis 57
Myophorella 8
 mišrūnai 41
 moliuskai 26, 32, 55
 Morganas (Morgan), Tomas
 Hantas 41, 51
 mutacija 32, 36, 51, 52, 53, 54
 nautilidai 27, 60, 61
Nautilus 9
 neandertalietis 63
Nerites 32
 Nolė (Nollet), Žanas Antuanas 12
 nuosėdinės uolienos 10, 11, 28
 ordoviko periodas 60
Ornitholestes 45
Orthoceras 27
 Ovenas (Owen), Ričardas 18, 19

P, R, S, T

Palaeotherium 62
 paleozojoja era 46, 60, 61
 Pasteras (Pasteur), Luj 13
 paukščiai 12, 23, 25, 41, 47
 evoliucija 42, 45, 62
 griaučiai 45
 paveldimumas 13, 32–33, 36, 33, 50, 51, 52
 Peilis (Paley), Viljamas 34, 38
 pereinamosios formos 46, 47
 gyvosios 42–43
 iškastinės 26, 44–45
 pereinamosios fosilijos 42
 permo periodas 61
Phomia 44, 62
Phragmoceras 27
 Pylis (Peale), Čarlsas Vilsonas 15
 pintis 9, 55
 Pitagoras (Pythagoras) 10
 Plinijus (Pliny) Vyresnysis 8, 9
Pliohippus 48
 Plotas (Plot), Dr. Robertas 8
 porūšis 13, 22, 40
 prekambras 26, 27, 47, 60, 61
 prisitaikymas 36, 38–39, 41, 49
 Prystilis (Priestley), Džozefas 21
Procyonotuchus 26, 27, 61
Proconul 62
 Rafineskas (Rafinesque), Konstantinas 22
 recesyviniai genai 33, 51
Ridersia 26
 RNR 56, 57
 ropliai 25, 27
 dinozaurai 18
 evoliucija 26, 43, 61
 ropliai, panašūs į žinduolius 26, 61, 62
 rūšis 13, 36, 40–41
 gamtinė atranka 22
 gentis 48
 iškastinė 44
 samangyviai 60
 saulasė 37
 savaiminis gyvybės
 atsiradimas 13
 silūro periodas 46, 60
 sinapsinė anga 26, 27
 slankstelis 15, 62
 Smitas (Smith), Viljamas 16, 17
Sphenops sepsoides 43
 Stensonas (Stenson), Nylsas 9
Stephanoceras 27

stuburiniai 22, 23
 sukūrimas 6–7, 14, 16, 17
 šarvuotis 23, 24
 šikšnosparniai 22, 38, 42
 Šoiceris (Scheuzer), Johanas 10
 šunys 30, 31, 32
 tarpusavio kryžminimasis 22, 40
 Tenisonas (Tennyson), Alfredas 34, 35
 terciaro periodas 47, 62
 Tertulianas (Tertullian) 10
 tinginys, didysis 14, 63
 dvipirštis 23
Tyrannosaurus 61
 Tompsonas (Thompson), Viljamas 28, 29
 triaso periodas 46, 61
 trilobitai 26, 46, 60
 tuoktūvių ritualai 41
 tvanas 10–11, 14, 16

U, V, Z, Ž

uniformizmas 16, 17
 vabalai 21, 49
 vabzdžiai 11, 22, 25, 55
 bendruomeniniai 58, 59
 evoliucija 49, 61
 vaisinės muselės 41, 51
 Vaitas (White), Gilbertas 41
 varlės 35, 44, 61
 varliagyviai 60, 61
 Vedžvudas (Wedgwood), Džozaja 21
 Verneris (Werner), Abrahamas 16
 vėžys atsisakyti 54
 Volis (Wallace), Alfredas 20, 36, 58
 Votsonas (Watson), Džeimsas 52, 54
 žemynų dreifas 60–63
 žinduoliai 25, 27, 30, 41, 46
 evoliucija 26, 47, 62–63
 galūnės 22, 23, 38
 genetinis kodas 55
 kiaušinius dedantieji 42, 43
 paplitimas 24
 žmogus 15, 39
 evoliucija 63
 žuvis, evoliucija 61, 62
 iškastinės 8, 47
 skraiduolės 42
 šarvuotosios 17, 60

Padėka

Leidykla „Dorling Kindersley“ norėtų padėkoti:

Jeremy Adams, John Cooper ir Gerald Legg iš Booth Museum, Hove; Solene Morris iš Downe House; Nick Arnold, Ian Bishop, David Carter, Sandra Champan, Paul Clark, Andy Currant, Paul Hillyard, Jerry Hookerm Robert Kruszynski, David Lewis, Tim Parmenter, Alison Paul, David Reid, Lee Rogers ir Sally Young iš Natural History Museum; Denise Blagden; Tom Kemp, Philip Powell, Monica Price ir Derek Siveter iš Oxford University Museum; Jack Challoner už patarimus ir pagalbą parūpinant objektus fotografavimui; Margaret Brown iš Medical Research Council, Cambridge; Chris Faulkes iš Institute of Zoology, London; Jim Hamill iš British Museum (Ethnographic) už suteiktą pagalbą; Sarah Ashun, Jonathan Muckley, Jane Burton, Peter Chadwick, Philip Dowell, Andreas von Einsiedel,

Frank Greenaway, Derek Hall, Colin Keates, Dave King, Karl Shone ir Jerry Young už fotografijas; Deborah Rhodes už maketavimą.

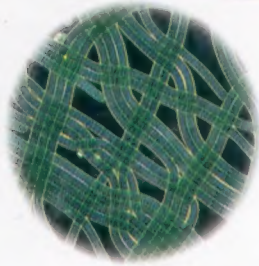
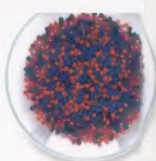
DTP vadovė Joanna Figg-Latham
 Iliustracijos Stephen Bull ir Frazer May
 Rodyklė Jane Parker
 Leidyklos pastaba Rengiant šią knygą nė vienas gyvūnas nebuvo sužeistas ar kitaip sužalotas.

Iliustracijų šaltiniai

v = viršuje, a = apačioje, c = centre, k = kairėje, d = dešinėje
 American Philosophical Society, Philadelphia 15ak.
 Ancient Art and Architecture Collection 8ad; 16ad.
 Bettman Archive 50ak; 57ak.
 Bridgeman Art Library 20ak.
 Department of Palaeontology, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Brussels 19vd.
 William Sturgis Bigelow Collection, Museum of Fine Arts, Boston 6vd.

British Library 7ak; 7ac.
 British Museum 16ak.
 Neil Bromhall 59cd; 59ck.
 Brown Brothers 41ad.
 The Syndics of Cambridge University Library leidimu 30ck.
 Camera Press 52ak; 58vd.
 Bruce Coleman /Stephen Bord 11vd; 35vk;
 Pekka Hallor 39ad; 43ad; /Konrad Woth 47cd; /Hans Rheinard 53ad.
 Mary Evans Picture Library 9ak; 10vk; 13ad; 19ck; 25ac; 42–43c; 48cd; 56ad; 61ak.
 Chris Faulkes 59vd.
 Werner Foreman Archive 7vk.
 Giraudon 40vk.
 Michael Holford 6ac; 30ak.
 Hulton Deutsche Collection Ltd 13vd; 13cd; 17cd; 21ck; 28vk; 36ac; 43vd; 54cd.
 Illustrated London News Picture Library 30cd.
 Mansell Collection 12vk; 14vk; 17vk; 19vk; 20ck; 21cd; 29vd; 33ck; 34vd; 36vk; 41ck; 42ck; 63ad.
 Professor Rory Mortimore, University of Brighton 11cd.
 MRC Laboratory of Molecular Biology 53k.

Natural History Museum Picture Library 12cd; 18cd; 19vk; 24ad; 25vc.
 N. H. P. A. 38vd; /Philippa Svott 39cd; 42ak.
 Oxford Scientific Films 35vd; 36cd.
 Peale Museum, Baltimore 15ck.
 Pennsylvania Academy of Fine Arts 14vd.
 Planet Earth / Richard Coomber 39ck; 47vd.
 Ann Ronan at Image Select 10ak; 50vk.
 Royal Society 19cv; 24vk; 29vk.
 St Pauls Girs School 52vk.
 Svience Museum Photo Library 7vd.
 Svience Pjoto Library /Jean Loup Charmet 16vk; 17ak; 29ck; NASA 29ac; 46cd; 50c; 50ca; 50ad; 52ck; /David Parker 54vk; /Eric Grave 56ck; /Sinclair Stammers 56cd; Jean Loup Charmet 58vk; /Novosti 58ak.
 Transylvania University Library, Special Collections, Kentucky 22vk.
 Professor H. B. Whittington, University of Cambridge 46vk; 47vk; 60ak.
 Zefa 37ck; 49vd; 56vk.



EVOLIUCIJA

Šis įspūdingas, skatinantis mąstyti ir
nepaprastai informatyvus vadovas – tai įdomus
pasakojimas apie evoliuciją.

Puikios spalvotos gyvūnų, augalų, kaulų, fosilijų ir mokslinių
bandymų fotografijos atkuria idėjas ir atradimus, kurie pakeitė
mūsų supratimą apie gyvąją gamtą.

PAMATYSITE

iš kur atsiranda naujos rūšys • kaip mokslininkai iš pradžių
įsivaizdavo dinosaurus • kaip susiformuoja uolienų sluoksniai
• koks Žemės amžius • kaip nelyginant bitės gyvena plikieji
smėliarausiai • ką bendro turi šikšnosparniai ir delfinai

SUŽINOSITE

kaip buvo tikėta magiškomis fosilijų galiomis • kodėl pandos
turi netikrą nykštį • kodėl arkliai turi kanopas • kas nutiko per
ledynmetį • kaip žuvys virto varliagyviais

IŠSIAIŠKINSITE

kaip jūrinių moliuskų kriauklės atsidūrė aukštai kalnuose
• kodėl paukščiai neturi dantų • kodėl tokie nepanašūs
atskirų žemynų gyvūnai • kaip išsirutuliojo pirmieji
skraidantieji gyvūnai

ir daug kitų įdomybių



ISBN 9986-02-996-1



9 789986 029960

A DORLING KINDERSLEY BOOK